

Kommunikáció és tudásközvetítés támogatása informatikai eszközökkel egy akadályokkal teli világban

ALMÁDI CSABA, programtervező informatikus (BA), III. évf.

ALMÁDI PÉTER, programtervező informatikus (BA), III. évf.

GREGUS TAMÁS, informatikatanár (MA), III. évf.,

Pro Scientia Aranyérmes

TAJTI TAMÁS, informatikatanár (MA), III. évf.

Informatika és Médiapedagógia tagozat, I. helyezett

Témavezető: dr. Geda Gábor főiskolai docens

1. Bevezetés, problémafelvetés

Az ember érzékszervei ősidőktől kezdve a törzsfejlődés során azért alakultak ki, azért olyanok, amilyenek, hogy „viselője” a világunkban túl tudja élni az adott korszakokhoz tartozó nehézségeket. Meg kellett látni a le vadászandó élelemforrásokat, így kialakult a szemünk. A fülünk arra szolgált, hogy észrevegyük a közeledő ragadozókat. Szükséges volt érezni az élelmen, hogy az még megfelelő minőségű, vagy már a fogyasztójára potenciális veszélyt jelent. Ehhez pedig nem ártott, ha volt szaglása az embernek. Amennyiben ez nem segített az eldöntésben, az ízleléskor még egy megerősítést kaphattunk a sejtésről. El kellett indulnia tehát egy biológiai evolúciónak.

Az állatok is olykor kommunikálnak egymással. Ez nem volt másképp az ember fejlődésében sem, hiszen hamar rájött, hogy egy mammut legyőzését többen könnyeb-

ben vihetik véghez. A kognitív evolúció ekkori szakaszában még mimetikus kultúráról lehetett beszélni [1], [2], az emberek mutogatva, hangjelzésekkel üzentek egymásnak. Látható, hogy elkezdődött a kulturális átadás [3], a fajtársak tapasztalatainak átvétele, a tanulás szociokulturális formája. Ennek eszköze volt a szociogenezis, mely az együttműködésen alapuló társas találékonyságot fejezte ki.

Idővel ez nem bizonyult elegendőnek, hiszen ilyen üzenetekkel még nem lehetett volna összetetten elmagyarázni a fajtársaknak, hogy mit is kellene tenniük egy adott szituációban, ha valaki rájött valamire. Egy új kognitív habitus elterjedése során alakult ki a mitikus kultúra, melyben a Homo sapiens a nyelv segítségével elmondással, elbeszéléssel képessé vált megértetni magát a társakkal. Ez már egész jó közlési formának bizonyult, hiszen az idősek át tudták adni a fiataloknak sok éves tapasztalataikat, megtaníthatták őket, hogyan küzdjenek, miként viselkedjenek, kik a társak és az ellenségek. I. e. 25000 évvel [4], feltehetőleg még a mimetikus kultúra előtt a barlangrajzokkal kezdetét vette egy olyan kor, amely az írásban teljesedett ki. I. e. 5000 évvel a teoretikus kultúra, melyben az úgynevezett Homo tipograficusról beszélhetünk, már külső táratat, rögzített tudást, külső emlékezeti mezőt használtak, hogy megkönnyítsék a kulturális átadást. Egy új kognitív habitus révén az emberek a tudást agyagtáblába vésve írtak, majd beléptünk a Gutenberg-galaxisba [5], hogy a nyomtatott könyvek válhassanak ezen megújulás főszereplőjévé.

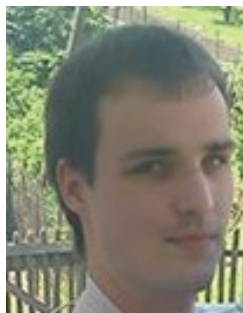
Jelenleg egy olyan korban vagyunk, ahol lassacskán Homo interneticusról beszélhetünk [6], de az embereknek még mindig a túlélésért kell harcolniuk. Hiszen a munka kihívásait kell legyőznünk, melyért a majdnem mindenhez megfelelő pénzt kapjuk, a segítségével pedig újabb kihívásokat küzdhetünk le nap mint nap. Az érzékszerveink viszont nem változtak: ugyanúgy látnunk kell, mit csinálunk, hallanunk, hogy elkerüljük a munkahelyi baleseteket, szagolnunk, hogy továbbra se romlott élelmiszert fogyasszunk stb. Ha ebben valamiképpen akadályozva vagyunk, például sötétben kell látást igénylő feladatot végeznünk, sokkal nehezebb dolgunk van. Hiszen nehezen tudjuk ilyen körülmények mellett a feladatot végrehajtani. Amíg viszont a látó ember reggelig vár a munka elkezdéséhez, addig egy látássérült embernél nem lesz világos. Az akadályozott, valamilyen szempontból látás- vagy hallássérült emberek a munkahelyi feladatokban, az oktatási feladatok elvégzésében korlátozva vannak, és eszközökre van szükségük, hogy ugyanezeket a kihívásokat teljesíteni tudják. A külső, segítő eszközök viszont még nem tartanak ott, ahol tarthatnának. A PISA nemzetközi mérés eredményeként jól tudjuk, hogy a matematikával, a szövegértéssel és a természettudományos készségekkel problémák vannak [7], amelynek a megoldása nem következhet be rövid idő alatt. Az oktatási rendszer egy nehezen változtatható struktúra, az akadályozottságból fakadó problémákra pedig szintén nem, vagy csak nehezen lesz képes reagálni.

Jól tudjuk, hogy az informatika mint tudományterület az elmúlt években jelentősen fejlődésnek indult, viszont azt érezzük, hogy az egyes tantárgyak, például a matematika oktatásmódszertana közel sem fejlődik olyan ütemben, ahogyan fejlődhetne. Ráadásul sok esetben még a tanárképzésből kikerült kezdő, informatikát tanító pedagógusok módszertani felkészültsége sem illeszkedik napjaink igényeihez. Az informatika kiszolgáló szerepet tölt be, ugyanakkor nem azonos szinten működik ez a tulajdonsága az akadálymentesítés területén, az esélyegyenlőség kialakításában, ahogyan ezt a látó, halló emberek életében teszi.

A dolgozat célja tehát az, hogy a jelenkori „hadszíntéren” a sérült társakat is segítsük, eszközöket adjunk nekik, amennyiben a biológiai eszközeikkel, a biológiai evolúció által kialakított érzékszerveikkel nem képesek harcba indulni az élet mindennapos problémáival szemben, továbbá az, hogy módszertani javaslatokat adjon a hallás- vagy látássérült tanulók oktatásával kapcsolatban, és a velük való kommunikációban segítséget nyújtson.

2. Bemutatkozás

Fontosnak tartjuk a csapatunk résztvevőit bemutatni, hogy hangsúlyozni tudjuk a dolgozat témaválasztásának megalapozottságát.



2.1. ábra. Almádi Csaba

Almádi Csabának (2.1. ábra) hívnak. 22 éves, látássérült – teljesen vak – vagyok, és jelenleg az egri Eszterházy Károly Főiskola harmadéves hallgatója a Természettudományi kar programtervező informatikus szakán. Budapesten születtem 1992-ben, ugyanakkor Salgótarjánban élek. A látásproblémám születésemtől kezdve fennáll, súlyosságának mértéke azonban csak körülbelül 3 éve érte el ezt a szintet. Ekkor történt ugyanis, hogy elvesztettem az addig csupán az egyik szememre meglévő, közel sem tökéletes látásom. Bár léteznek az országban speciális oktatási intézmények a látássérültek számára, gondolok itt például a Budapesti Vakok Általános Iskolája, Óvodája, Speciális Szakiskolájára, az általános és a középiskolát lakóhelyemen – Salgótarjánban – végeztem, egy-egy teljesen átlagos intézményben. Ugyanakkor két ikertestvérem – Péter és Evelin – az imént említett speciális intézménybe jártak általános iskolába, mivel ők születésüktől fogva teljesen vakok. Az én esetemben, bár jelentős fokú látásromlás állt fenn – kb. 5%-ot látam az egy ép szememre –, mégis szinte gond nélkül részt tudtam venni a közoktatásban. Az egyetlen dolog, amihez nekem, illetve a tanárainknak, osztálytársainknak alkalmazkodnunk kellett, hogy csak az első padból láttam a táblát, illetve gyakran még onnan sem, így sokszor kimentem közvetlen a tábla elé, és onnan olvastam el az éppen aktuális feladatot, illetve írni- és másolnivalót. Ezen kellemetlenség mellett szinte eltörpült ama apróság, hogy az aktuális olvasnivalót nagyon közelről néztem, illetve hogy a tényleg apró betűs dolgokat az esetek döntő többségében egyáltalán nem, vagy csak alig, nehézkesen tudtam elolvasni. Általános iskolás koromtól kezdve sokat segített mind a tanulásban, mind a kikapcsolódásban a számítógép használata. Például, hogy a szövegszerkesztőkben a betűméret nagyításának lehetősége által könnyebben tudtam eleve a monitoron olvasni, ha szükség volt rá, vagy adott esetben nagyított betűméretű nyomtatott szövegeket tudtam létrehozni, szintén az olvasás megkönnyítésének céljából. Nem is véletlen, hogy már korán elkezdett érdekelni az informatika, és már általános iskolásként eldöntöttem, hogy informatikus szeretnék lenni. Ezen az elhatározásomon méginkább erősített azon sajnálatos esemény, miszerint az érettségim évében – közvetlenül a továbbtanulásom előtt – teljesen elvesztettem az addig meglévő látásom. Ez elég sok dolgot megváltoztatott. Hatására meg kellett tanulnom például közlekedni a lakásban újra – a kezem kitartásával, mivel így érzékelem az előttem lévő környezetet –, éppúgy, mint az utcán közlekedni a fehérbot használatával. Újra meg kellett tanulnom használni a számítógépet kizárólag egy képernyőolvasó szoftverrel. Ez nem volt egyszerű

feladat, de a két ikertestvérem – akik akkor már hosszú évek óta így használták a gépet – hathatós segítségével sikerült, így ez sem – és az egyéb hasonló körülmények szintén nem – akadályozhatott meg abban, hogy lemondjak az elhatározásomról, miszerint informatikával – programozással – foglalkozzam. Az érettségi által jelentett kihívást is sikerrel vettem, hála a középiskolás tanáraink által biztosított elektronikus forrásoknak, és a laptop és a képernyőolvasó szoftver párosának. Így a számítógépen kidolgozott tételekből fel tudtam készülni az érettségire, és sikeresen levizsgáztam, az eredményem pedig utat nyitott, hogy az Eszterházy Károly Főiskolán folytathassam tanulmányaim, programtervező informatikus szakon. Itt szintén rengeteg segítséget, támogatást kapok a tanáraimtól, csoport-, illetve szaktársaimtól, mindenki segíti egymást, ahol tudja. Például az előadások kivetített anyagait a rendelkezésemre bocsájtják a tanárok, ha kérem – jellemzően ezek a kivetített diások –, adott esetben figyelembe veszik a látássérültségemet, és a gyakorlatokon külön is segítenek, magyaráznak, vagy ha szükséges, a zárthelyi dolgozatokat, vizsgafeladatokat úgy módosítják, helyettesítik más feladattal, hogy én azt akadálytalanul megoldhassam, kifejthessem, levezethessem, így számot adhassak ugyanúgy meglévő tudásomról, ha picit más formában is. Mindezek mellett, látássérültként, a matematikával foglalkozó tantárgyak – programozó szakról lévén szó előfordul egy jó pár, amelyek ráadásul igen fontos és szükséges tudást adnak – rengeteg nehézséget tartogatnak. Gondoljunk csak bele, hogy az, aki nem lát, miként értheti meg a különböző függvények, mátrixok tulajdonságait, transzformációit, hogyan képes átlátni és levezetni egy akár több oldal hosszúságúra nyúló matematikai feladatot. Sokszor csak nagyon nehezen, rengeteg plusz magyarázat, hasonlat által értettem csak meg az anyagot, és én még mindig vagyok annyira előnyös helyzetben a többi teljesen vak tanulóhoz képest, hogy korábban láttam koordináta rendszert, síkbeli, illetve térbeli alakzatokat, függvénygörbéket. Tehát a fejemben van mindről egy-egy kialakult kép, így az aktuális anyagot is – véleményem szerint – könnyebben el tudom képzelni fejben, és ami ennél is fontosabb, helyesen tudom elképzelni. Hiába azonban a segítőkész tanárok, csoport-, illetve szaktársak, így is előfordult, hogy egy-egy anyagrészből egyszerűen látássérültként számítógépen kivitelezhetetlen a feladatok megoldása. Ilyenek a rajzolás, ábrázolás igénylő feladatok – jellemzően a koordináta geometria, geometria, függvény témakörök –, így ezeket általában szóbeli felelettel teljesítettem. Ugyanakkor például egy-egy feladat bonyolultságából eredően is adódhatnak nehézségek a teljesíthetőségét illetően, ha az ember látássérült. Gondolok itt eléggé összetett egyenletekre, egyenletrendszerekre, mátrixokkal kapcsolatos műveletekre, transzformációkra. Ezeket átlátni – már csak a feladat egyetlen sorának hosszából kiindulva is például egy bonyolult egyenlet esetében – szinte lehetetlen, vagy sokszorosán több plusz idővel járna látó társaim feladatmegoldási idejéhez képest. Vannak tehát nehézségek egy látássérült számára az informatikában – például még a grafikai területeken –, de a fentiekből is látható, hogy ami talán a legnehezebb, vagy legtöbb nehézséggel jár, az bizony a matematika. Ugyanakkor a nehézségeken túl volt lehetőségem a főiskola keretein belül elvégezni egy kimondottan akadálymentesítési tanfolyamot, ahol főképp a weboldalak akadálymentesítésére fókuszáltunk, és a résztvevők rengeteg hasznos és fontos tudást elsajátíthattak az akadálymentesítés témakörében. Örömmel vettem, hogy ezen a tanfolyamon az oktatók a személyes véleményemet is kikérték nagyon sok kérdésben, hiszen én nap mint nap szembetalálom magam az ott tárgyalt problémákkal, megoldásokkal, helyzetekkel, és elmondásuk szerint legtöbbször tanulságos véleménnyel szolgálhattam. Üdvöztető, hogy az egész iskolában tapasztalható segítőkész légkörön túl még ilyen kezdeményezésekben is részt vehetek. Legalább ennyire örülök annak, hogy annak ellenére, hogy látássérült vagyok, lehetőségem van aktívan sportolni. Többek között Eger goalball – csörgőlabda¹

¹ Egy labdajáték látássérültek számára. A csörgőlabdát 1946-ban hozták létre a II. világháború alatt megvakult katonák rehabilitálására, és körülbelül 1970-ben lett paralimpiai sportág.

– csapatában játszom, és rendszeresen járok úszni is. Ezek alapján bátran ki merem jelenteni, hogy az ember, legyen bár látássérült, ez maximum csak egy nehezítő körülmény, és kellő akaraterővel és persze a segítőkész környezetre támaszkodva ugyanúgy érvényesülhet, legyen szó az élet bármely területéről.



2.2. ábra. Almádi Péter

Almádi Péter (2.2. ábra) vagyok. Harmadévesként az egri Eszterházy Károly Főiskolán tanulok, programtervező informatika szakon. 1992-ben születtem Budapesten, bár Salgótarjánban élek, viszont a tanulmányaim miatt legtöbbször Egerben tengetem napjaimat. Sajnos teljesen látássérült vagyok. Ebből következően az általános iskolát a Budapesti Vakok Általános Iskolájában végeztem. Ez egy speciális iskola, amelyben az oktatás a látássérültekhez van igazítva. Az első, ami szokatlan lehet, hogy nem 30 fő van egy osztályteremben, hanem csak 8-10, a tanár munkáját megkönnyítendő, és hogy minél több idő jusson 1-1 gyerekre, tehát nagyobb tér nyílik a speciális bánásmódra. Az olvasást és írást az úgynevezett Braille-írásmódban tanultuk, a tankönyveink is ebben íródtak. A könyvek mellett további speciális segédeszközökkel könnyítették meg a mindennapi munkánkat. Ilyenek voltak a domborított földrajzi térképek, a fából készült tapintható óra, a kitapintható vonalzó stb. Voltak speciális tanórák is, ilyen pl. a közlekedés óra, amelyen megtanultuk, hogy hogyan kell a fehérbot használatával szabályosan és biztonságosan közlekedni mind az épületeken belül, mind pedig az utcán. De emellett volt gépirás óra is, amelyen elsajátíthattuk a vakírás tudományát. Tehát rengeteg olyan módszert, technikát tanultam meg ott, amelyek hozzájárultak az életminőségem javításához. A középiskolát már integrált oktatási keretek között végeztem, a budapesti Neumann János Számítástechnikai Szakközépiskola falai között. Mindig is érdekelt az informatika, így nem volt kérdés, hogy ebben az irányban megyek tovább. Ebben az időszakban már számítógép segítségével tanultam, egy képernyőolvasó szoftver olvasta fel, ami megjelent a képernyőn. Ez azóta sem változott, csak a technológia lett modernebb. A beilleszkedés nagyon könnyen sikerült, és a társaim is elfogadtak. Bár itt már kevesebb segédeszköz állt rendelkezésemre, a tanáraim együttműködőek voltak, és mindent megtettek, hogy megértem az anyagot, amelyet leadtak. Ezt elősegítő úgynevezett korrepetálásokon vettem részt. Jelenleg az egri Eszterházy Károly Főiskolán tanulok. A beilleszkedés ide is nagyon könnyen sikerült, hála a tanáraim, csoporttársaim és az engem körülvevő emberek nagyfokú segítőkészségének és elfogadásának. A tanulásom itt már teljes egészében számítógép által biztosított, elképzelhetetlen lenne nélküle. A jegyzeteket gépről olvasom, vagy esetleg gépen készítem, a ZH-kat, írásbeli vizsgákat ezen írom. Mivel programozónak tanulok, a munkám is ezzel végzem. Egyetlen nagy nehézséget a matematikával kapcsolatos tárgyak jelentik, a látáshiány miatt. Nem látom úgy át, mivel a képi információkat nem tudom feldolgozni. Soha nem láttam még függvényt, különféle görbéket, polinomokat. A képzeletemben élnek csupán, úgy, ahogy azt meg-

értettem, amikor valaki elmagyarázta. Érdekes kérdés, ha meglátnám, vajon mennyiben térne el attól, amit elképzeltem. A tanárok itt is segítőkészek. Sajnos előfordul olyan, hogy egy-egy feladatot nem tudok megoldani számítógépen, képernyőolvasó használatával, pl. rajzok. Ezeket a hozzá tartozó egyéb anyagrészekkel (pl. definíciókkal) szóbeli feleletben kiválthatom. A tanulás mellett rengeteg versenyen veszek részt, sokszor nem is olyan rossz eredményekkel. Továbbá a főiskola keretein belül volt lehetőségem elvégezni egy esélyegyenlőségi akadálymentesítési tanfolyamot, ahol a weboldalak akadálymentesítése volt a téma. Rengeteg hasznos információ elhangzott, és örültem, hogy én is nagyban hozzá tudtam járulni a képzés anyagához, hiszen gyakorlati tapasztalatom rengeteg van a témában, és ez nemcsak a többieknek, hanem az oktatóknak is nagy hasznára vált. Szabadidőmben a kisebb baráti körömmel egy akadálymentességgel foglalkozó weboldalt üzemeltetünk (<http://freekocka.hu>), ahol igyekszünk segíteni az embereknek a számítástechnikai problémáikban, és hasznos hírekkel, információkkal látjuk el őket. Mindezek mellett sportolok is, az egri csörgőlabda (goalball) csapatnak vagyok oszlopos tagja. Az informatika iránt tanúsított nagyfokú érdeklődésemnek köszönhetően rendszergazdai munkákat végzek pár helyen (egy alapítvány és egy cég informatikai infrastruktúráját tartom karban). Szabadidőmben önkéntes munkákat végzek a Vöröskeresztnél. Egyszóval teljes értékű embernek érzem magam. Úgy gondolom, kellő elszántsággal, kitartással a vakság nem akadály...



2.3. ábra. Gregus Tamás

Gregus Tamás (2.3. ábra) vagyok, informatikatanár MA szakos, harmadéves hallgató. Nekem nem volt látás- vagy hallássérült rokonom, ismerősöm addig, amíg Csabával és Péterrel nem találkoztam. A tanszékvezetőnk, dr. Kovács Emőd tanár úr kérésére lehetőségem volt oktatási tevékenységet végezni a Matematikai és Informatikai Intézetben, amely során mindketten nálam vették fel a Robotika alapjai tantárgyat. Mivel itt amellett, hogy algoritmikusan kell gondolkodni, ahogy a többi informatikai tárgy esetében, jelen esetben még fizikai eszközöket is kell építeniük a hallgatóknak, melyben bár a társaik és én a segítségükre voltunk, láthattam, milyen kihívásokkal jár egy tanórát számukra megtartani, hogy milyen eszközökkel végzik el feladataikat. Ennek során indult el később az az együttműködés, amelynek terméke jelen dolgozat is.



2.4. ábra. Tajti Tamás

Tajti Tamásnak (2.4. ábra) hívnak, és én is informatikatanár MA szakos, harmadéves végzős hallgató vagyok. Nekem sem volt hallásban vagy látásban akadályozott ismerősöm Péter és Csaba előtt. A világon nagyon sokan vannak olyanok, akik a hétköznapi tevékenységeiket nehezebben tudják ellátni valamilyen mozgásszervi megbetegedés, látássérülés vagy esetleg siketvaktság következtében, így a feladatunknak éreztük, hogy foglalkozzunk a problémával, és próbáljuk megkönnyíteni az életüket.

2013-ban a Csaba bemutatkozásában említett „Az esélyegyenlőséget szolgáló info-kommunikációs technológiák” című, a Médiainformatikai Intézet által szervezett tanfolyamon mindannyian részt vettünk. [8] Ennek keretében a WCAG 2.0-nak megfelelő weboldalakat kellett keresnünk, rövid videókat feliratoztunk, majd teljes szövegű átiratokat készítettünk hozzájuk. Ezt követően különböző társulati beállításokkal dramatizált hangoskönyvet hoztunk létre. Írtunk egy esszét arról, hogy milyen volna az életünk látássérültként. Kipróbáltuk a különböző képernyőolvasó programokat, és használtunk fejeget alkalmazást.

3. Oktatási és kommunikációs problémák, segítő eszközök

Látható, hogy a tanítás és a tanulás az ősidőktől kezdve fontos szerepet játszott az emberek életében. Az akadályoztatás során a bevett módszereket, szokásokat, tárgyakat, oktatást segítő eszközöket viszont nem feltétlenül lehet vagy szabad ugyanúgy alkalmazni azokon, akik valamilyen akadályozottsággal küzdenek, mint a rendszeren halló, látó emberek esetében. A környezetből származó információ közel 80%-át a szemünk segítségével nyerjük [9]. Amennyiben valaki látássérült, az egész személyiségének fejlődése más utakra téved. A világból kapott információtömeg látott részének nagyjából 30%-át tanuljuk meg, a hallott részének pedig a 20%-át. Amennyiben ugyanazt az információt halljuk, illetve látjuk is, ez az érték sokkal jobb, elérheti megközelítőleg akár az 50%-ot. A pedagógusoknak, akiknek a látás- vagy hallássérült gyermekekkel van dolguk, pedig az a feladatuk, hogy elősegítsék, hogy a tanulásuk minél eredményesebb lehessen, megközelíthesse az 50%-ot [10]. Ebből is látható, hogy nehezebb dolguk lesz egy látássérült diák esetében. Érdekességgént elmondható még, hogy amit mi magunk tanítunk, azt kell megtanulnunk, és azt tanuljuk meg a legjobban. Amit tapasztalunk, annak a 80%-át tanuljuk meg, hiszen közel sem biztos, hogy a jelenség, esemény okait, körülményeit azonnal érteni is fogjuk, vagy gondolkodunk-e rajta a későbbiekben. A megbeszélteknek pedig közel 70%-át elsajátítjuk. Bár a hallássérültek az érkező infor-

máció megtanulásának lehetőségéből „csak” 20%-ot veszítenek el, a hallás is nagyon fontos az életünkben. Amellett, hogy a 2. legfontosabb érzékszervünk a fülünk, a térbeli orientációt is ez biztosítja. A sötétség eljövetelével ugyan nincsen korlátozva, de zajos környezetben a kisebb morajlásokat esélyünk sincs meghallani. A mindennapos életben ugyan az előbbi élethelyzet a gyakoribb, a segítségével őseink a messziről közeledő, nagytermetű élőlényeket, vadállatok és a zsákmányállatok hangját ismerték fel.

Hogy mekkora jelentőségű probléma a siketség vagy a vakság? Cukorbetegség (diabétesz) szövődménye során évente nagyjából ezren veszítik el a látásukat Magyarországon, összességében pedig megközelítőleg 5000-6000 fő szenved vakságban vagy gyengénlátásban. Az adatok háromszorosak, négyszeresek a külföldi, nyugat-európai országokhoz viszonyítva [11]. Ha a Föld lakosságát nézzük, az Egészségügyi Világszervezet felmérései szerint 45 millió vak ember él, további 135 millióan pedig súlyos látási nehézségekkel küzdenek a világon [12]. Magyarországon körülbelül 60 ezren vannak a siketek és további 300 ezren súlyos hallássérültek [13]. A Siketek Világszövetségének becslése szerint pedig nagyjából 70 millió siket él a Földön [14]. Sajnos az egyszerre nagyothalló és látássérült, olykor siketvak emberek száma is jelentős. Körülbelül 16000 fő él közülük hazánkban, akiknek a gondolatairól semmit sem lehet tudni. Nem tudják kifejezni érzéseiket, a számukra kialakított szakiskolát is sokszor nehezen végzik el, és nem képesek önmagukat ellátni [15]. Ezek olyan számadatok, melyekből kiderül, hogy rengeteg embert érintenek az említett problémák, és nemcsak a hétköznapi életük, hanem az oktatásuk, neveltetésük során is meg kell velük tapasztaltatni a támogatást, a mellettük állást.

A csapatunk két tagjának, Csabának és Péternek, valamint néhány látássérült ismerősüknek a véleménye, hogy napjaink eszközeinek akadálymentesítése még nem tökéletesen, de többnyire megoldott, egyre inkább alakul, ugyanakkor azért rájuk férne egy kis ráncfelvarrás. Kérdőívünkéből kiderül (6.1., 6.2., 6.3., 6.4. táblázat), hogy nagyon sok látó nem tudja elmagyarázni rendesen, mit lát, és könnyedén összezavarhatja a látássérülteket. A jelnyelvet pedig rengeteg halló nem ismeri.

A jelnyelv (korábban jelbeszéd) a hallássérültek életét könnyíti meg. A 2009. évi CXXV. törvényben lett hivatalos nyelvként elfogadva a magyar jelnyelv [16], de már 1960-tól kezelik önálló nyelvként a szakemberek. Magyarországon 7 nyelvjárást különböztetünk meg belőle [17], valamint ebből is létezik egy kevésbé elterjedt, mesterséges jelnyelv, a gestuno, mint a hangzó nyelvben az eszperantó. A magyar nyelv nyelvtani sajátosságai jellemzik. A jelnyelvnek is van sajátos hangtana, alaktana és mondattana. Az általános, hangzó nyelvekkel pedig összemérhető az elsajátításának nehézségei. Elterjedt tévhit, hogy a jelelés lassabb, mint a hangzó nyelv, ami nem igaz, sőt esetenként gyorsabb is, mint a beszéd tempója. Többféle jelnyelvtípus létezik, melyekben a szórend is különbözhet. Sokszor egyszerű kifejezéseket használnak velük, mozgásos történet, valaminek az alakját, térbeli tulajdonságát, mozgását tudják vele reprezentálni. Egyes jelnyelvek, valamint a hangzó nyelv és jelnyelv között jeltolmácsok fordítanak. Létezik olyan TV csatorna is, a Jel TV, amely jelnyelven sugároz.

A legelterjedtebb segítő eszközökről a köztudat tudomást szerzett. Ilyen például a fehérbot, mellyel a vakok és gyengénlátók a maguk előtt elterülő környezeti akadályokat képesek érzékelni. 1921-ben James Biggs, egy baleset során megvakult fényképész festette fehérre a botját, hogy az otthona körüli forgalomban könnyebben észrevegyék. 1931-ben Guilly d'Herbemont grófnő terjesztette el Párizsban a fehérbotot [18], aki többször is látta a forgalomban félénken közlekedő vakokat. Ennek a segítségével pedig messziről tudhatták a látók, hogy a tömegben egy látássérült ember tartózkodik, így segíthettek neki, figyelmesebbek lehettek a közelében.

A másik elterjedt és ismert, vakokhoz köthető segítő eszköz a Braille-ABC. Ez egy a vakok által jelenleg nem túlságosan ismert ábécé (a képernyőolvasók miatt). Annak ide-

jén Charles Barbier de la Serre, a francia hadsereg egyik kapitánya Napóleon kérésére egy éjszakai írásmódot szeretett volna létrehozni, hogy a katonák fény nélkül, csendben kommunikálhassanak. Barbier rendszere, melyben 12 darab kétállapotú pontot használt 36 különböző hang kifejezésére (12 pont fejezett ki egy szimbólumot), túl bonyolultnak tűnt a katonák számára, így elutasították. A francia szavakat először át kellett alakítani kiejtésük szerint, hogy le lehessen őket kódolni ezzel az éjszakai írásmóddal. Végül 1821-ben a Vakok Királyi Intézetében mutatta be Barbier a munkáját, ahol nagyon tetszett a tagoknak a módszer, hiszen végre nem a dombornyomott latin betűket kellett a vakoknak olvasniuk. Író táblát és pontozó eszközt is biztosított a használathoz. Braille volt az, aki ezt az írást átalakította a ma használatos Braille-ábécéhez [19]. Itt már két, pontokból álló oszloppal van írva egy karakter, oszloponként 3 ponttal. A Braille-ábécének nyelvenként vannak változatai, és létezik belőle gyorsíráshoz is módosítás. Hagyományosan dombornyomott, Braille-ábécét tartalmazó papír segítségével olvastak, olvasnak a látássérültek. Sorvezetőt és stílust használnak a kézíráshoz, amellyel a betűk tükörképi párja szerint dombornyomást ejtenek a papíron. A Braille-használók ma már frissíthető Braille-kijelzőt is alkalmaznak. Mivel sokan csak idősebb korukra veszítik el a látásukat, már nehezebben tanulják meg ezt a fajta írást, olvasást. Ráadásul idős korra az ujjak érzékenysége sem annyira fejlett. Továbbá Magyarországon a látássérülteknek csak a 10%-a ismeri és használja a Braille-ábécét [20].

Az általános iskolai alsó tagozatos matematika tantárgy elsajátítása során a látássérült diáknak nehéz dolga van, az átlagosnál több időt kell fordítania a gyakorlásra, ismétlésre. A látássérültekkel foglalkozó pedagógusokat tiflopedagógusoknak nevezzük. A fokozatosság elvének alkalmazásával az oktató már az előkészítő szakasztól a tanuló manipulációs tevékenységét fejleszti. Bizonyos témakörökre a többi, normál látásképesű tanulóktól több hangsúlyt szánunk, ilyen például az írásbeli műveltség, amelyet abakusszal lehet fejleszteni, vagy a törtek, amit törtdoboz segítségével szükséges tanítani. Fontos számukra továbbá az is, hogy a szóbeli, fejben történő műveltségben jók legyenek, ehhez a közvetlen és megtartó emlékezetüket fejlesztik, megtanítják a pontírású matematikai jelrendszer helyes használatát és a speciális eszközök, az abakusz, a törtdoboz és egyéb gyakorlást segítő tárgyak minél pontosabb és ügyesebb alkalmazását. [21]

A vakok vagy látássérültek hagyományos, a matematika oktatásában is használt segédeszközei sokfélék.

Braille-óra. A Braille-óra lényegében egy nagy kör alakú analóg óra, melynél könnyedén állíthatóak, a mutatók és a számok helyén Braille-karaktereket lehet tapintani. Későbbi osztályokban a szögek mérésére és állítására is alkalmas segédeszköz.

Körző. A speciális, fóliázott táblára nyomot hagyó körző. Matematika- és fizikaórán, rajzórán szokás használni. Érdekessége, hogy kítámasztóval van ellátva.

Braille-hőmérő. Csak oktatásban használják. A normál, higanyos hőmérő nagytított mása, ahol két oldalon Braille-karakterekből számok tapinthatóak, a hőmérséklet szintje pedig a higany helyén található csúsztatható műanyag lapkával állítható. Hőmérsékletváltozásra irányuló feladatok végezhetőek el a segítségével. A későbbiek során a koordinátarendszerben az y tengelyt jelölheti ki.

A4-es méretű rajztábla fóliával. Egy olyan eszköz, amelyből egy mai követelményeknek megfelelő új változatot hoztunk létre. Tulajdonképpen egy gumilapról van szó, amely fóliával van bevonva. Körzővel vagy pontozóval alakzatokat, formákat, akár útvonalakat lehet rávésni. Ezután viszont a fóliát ki kell cserélni. Földrajz-, matematika-, fizika-, rajzórán használható eszköz. Néhány rajztábla és ezek árai megtalálhatóak a 3.1. ábrán. [22]

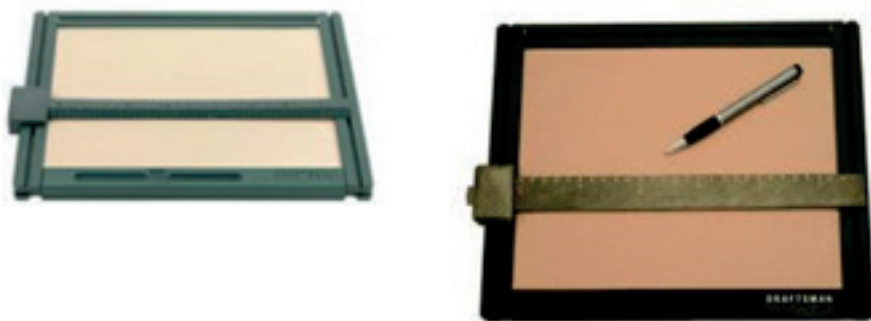
Abakusz. Magyarországon 1972 óta használnak a látássérültek abakuszt. Ez lényegében egy tábla 13 rúddal, amelyeken 5-5 golyó helyezkedik el, de úgy, hogy egy kereszt-

rúd választja el minden oszlopról az 5.-et. A golyók az alaki értéket (a konkrét számjegyet), a rudak pedig a helyi értéket (10 hatványait) határozzák meg. Ezek alapján már segít a fogalmak és az ebből következő valódi érték definiálásának elsajátításában is. A segítségével egész számokkal és tizedes törtekkel is lehet dolgozni. Felső és alsó tagozatban is kiváló segédeszköz.

Törtdoboz. A törtet lehet a segítségével megismerni. Könyv alakban nyitható szét. A jobb oldalán rekeszek találhatók, ahonnan egy körlap különböző méretűre vágott elemei vehetők ki. A bal oldalán pedig több, körlap méretű mélyedés tapintható, amelybe az egyes elemek helyezhetők el. A későbbiek során a tanulóknak lehetőségük van szöveget felismerni ezzel az eszközzel. Súlyos látássérültek esetén nem szoktak szöveget szerkeszteni még speciális, alig látók számára adaptált szögmérővel sem.

Domborító gép. Ebbe a gépbe egy hőre érzékeny, úgynevezett Swell papírra kell írni, amely az írás mentén kidomborítja a lapot. Szinte bármely tantárgynál használható az így készült ábra.

Speciális derékszögű koordinátatábla. Ennél az eszköznél a látássérült tanuló egy négyzet alakú műanyag táblát kap, a két kiemelkedő tengellyel, amelyek a négyzet oldalainak felezőpontján haladnak végig vízszintesen, illetve függőlegesen, négy síknegyedre bontva fel a táblát. A segítségével függvényeket lehet ábrázolni. A tábla lyukacsos, ezekbe lehet helyezni az egyes pontokat jelölő műanyag gombokat. Alkalmas középpontos és tengelyes tükrözés reprezentálására is.



3.1. ábra. Rajztáblák. Balról jobbra: 64990 Ft, 50650 Ft

A hallássérültek esetén akkor lehet a legeredményesebb a tanítás, tanulás folyamata, ha a gyerekek látásán, tapintásán, illetve a meglévő hallásán alapul. A hallássérültekkel foglalkozó pedagógusokat szurdopedagógusoknak nevezzük. Nyelvi problémákat okoz a tanulóknál a hallássérültség, így a beszédük törtebb, nehezebben érthetőbb lesz, és ők sem mindig értenek megfelelően másokat. A súlyos hallássérültek számára létezik a cochleáris implantációs műtét (CI), amely segítségével elektromos ingerlést kapnak a hallóidegek, így egy átfogó rehabilitáció után jelentősen javulhat a hallásuk, a beszédértésük. Mivel az egyes hallókészülékek felerősíthetik a környezeti zajokat, érdemes csendes tanteremben dolgozni velük, amely az iskola egy nyugodtabb területén van. Hasznos, ha hangszigetelő anyagokkal vonjuk be a terem falát. A talajra természetes anyagból készült padlószőnyeg helyezhető, hogy ne erősítse fel a lépések hangját. A műszálas szőnyegek elektrosztatikus kisülései miatt összezavarhatják a hallókészülékeket. A játszótereknél fontos, hogy puha aljzat legyen, így amennyiben a gyerek leesik egy mászókaról, vagy elesik fogó közben, kevesebb eséllyel megy tönkre az implantátum. [23]

A hallássérültek számára is rendelkezésre állnak tehát hagyományos segédeszközök:

Hallókészülék. A korábban is említett, széles körben ismert eszköz lényegében egy kisméretű hangerősítő. Egy mikrofon fogja a külső jeleket, és ezeket felerősítve egy hangszóróba továbbítja. Ahhoz, hogy ne történhessen akusztikus visszacsatolás, vagyis zúgás, egy megfelelő illeszték szükséges a hangszóró és a mikrofon között. Több típusa van. Elhelyezkedése szempontjából lehet fül mögötti, illetve fülbe helyezhető változata, jelfeldolgozás szerint pedig van analóg, digitális és digitálisan programozható megoldás is. Speciális esetben csonthoz kötött rezgetős kialakítás létezik, a csont a rezgéseket a belső fül felé továbbítja.

Cochleáris implantátum. Ha valaki súlyos hallássérült, a hallócsigájának elhaltak a szőrsejtjei, és nem segít a számára egy átlagos hallókészülék, egy pszichológiai, orvosi vizsgálaton esnek át, ahol megállapítják, indokolt-e a cochleáris implantációs műtét. Az eljárás során egy kívülről hallókészülékre hasonlító eszközt ültetnek a fülre, amelyből a hozzátartozó elektródákat a koponyába, a hallócsigába ültetik be. Egy mikrofon, egy adótekerccs és egy beszédprocesszor tartozik hozzá, utóbbit olykor állítani kell a helyes működés biztosítása érdekében. A műtétet követően komplex terápia szükséges a még hatásosabb eszközalkalmazás érdekében. FM rendszerű adó-vevő készülékkel lehet kiegészíteni a hatását. Ekkor a tanárnál van egy nagy hatótávolságú, illetve a diákoknál, akik a súlyosan hallássérült tanulóval beszélnek, kis hatótávolságú adó. A tanuló cochleáris implantátumának beszédprocesszorához vagy a hallókészülékéhez van csatlakoztatva a vevő eszköz. Az adót többféle módba lehet állítani, így több környezeti zajt lehet kiszűrni működtetésével. Az implantátum látható a 3.2. ábrán.

„Hangok könyve”. Ez egy olyan meséskönyv, amelyet képekkel és hangutánzó szavakkal illusztrálnak. A segítségével interaktívan mesélhet a szülő és a gyermek egymásnak.

Egyéni lexikon. Lexikonok mintájára készül, de más szavakkal és egyszerűbb nyelvi magyarázatokkal, mely olyan fogalmakat tartalmaz, melyeket a gyerek nem ismer. Mivel a hallássérülteknél a beszédértés, a kommunikációs készség kevésbé fejlett, ezért szükséges ilyen eszközt is alkalmazni a nyelvének fejlesztése során



3.2. ábra. Cochleáris implantátum és sztetoklip. Balról jobbra: 5 millió Ft, 500 Ft.

Sztetoklip. Olykor észre lehet venni, ha a hallássérült diák nem követi ugyanúgy figyelemmel az órát. Ez amiatt is bekövetkezhet, hogy az elemek lemerültek. Létezik elemmérő erre a célra, amely segítségével meg lehet mérni az elem feszültségét, hasonlóan egy hagyományos multiméterhez. Továbbá létezik a sztetoklip, amivel a tanár vagy a szülő meghallgathatja, hogy milyen hangokat bocsájt ki a hallókészülék, ezzel is ellenőrizve annak megfelelő működését. A sztetoklip látható a 3.2. ábrán.

4. Informatikai segítségnyújtás eszközei és a velük kapcsolatos problémák

Látható, hogy sok segítség létezik az akadálymentes élet, az esélyegyenlőség megteremtésére. Bár sokuk több évtized alatt is nagyon hasznosnak bizonyult, sok esetben nem nyújtanak elegendő segítséget, vagy valamilyen okból kifolyólag nehezen használhatóak, hozzáférhetőek. Hiszen hasznos a fehérbot, de csak a közlekedésben, a közeliünkben lévő tárgyakat lehet vele érzékelni. Esetleg hasznos a jelnyelv, de rengeteg halló nem ismeri. Ha csak a látássérültek oktatására gondolunk, szinte minden, mások által látható, gyorsan áttekinthető téma érzékeltetésére tapintható vagy hallható alternatívákat kell találni, melyek legtöbbször szintén nehezen közelíthetőek meg. Az informatika fejlődésével azonban nagyon sok ötletes, kreatív kezdeményezést lehet találni, melyek prototípusai talán legalább akkora jelentőségűek lehetnek, mint annak idején a fehérbot, és esélyt adhatnak egy jobb életszínvonal megteremtésére.

Manapság szinte minden ember munkáját érintik a számítógépek. Amellett, hogy a hordozható laptopok elterjedtek, még a mai okostelefonok is olyan számítási kapacitással rendelkeznek, mint a néhány évvel ezelőtti asztali gépként létező megfelelőik. Ahhoz, hogy a vakok, látássérültek teljes életet élhessenek, szükséges volt valamiképpen segíteni nekik a számítógépek akadálymentesítésében. Ebben a célban pedig nem volt elég, hogy néhány alkalmazást adaptáljunk a számukra.

A számítógépeken, laptopokon a Windows operációs rendszer a legelterjedtebb. A képernyőolvasók segítségével a látássérültek is képesek kezelni még azokat a programokat is, melyek nem lettek a fejlesztőik által akadálymentesítve. Gyorsbillentyűk segítségével képesek kezelni őket. Az egyik legelterjedtebb az 1989 óta működő JAWS [24] (Job Access With Speech, vagyis a munkához való hozzáférés beszéd segítségével), amely eredetileg MS-DOS operációs rendszerhez készült, azóta freeware programként ingyenesen letölthető a fejlesztő Freedom Scientific oldaláról. 1995 januárjában jelent meg a JAWS for Windows, melynek azóta is készülnek az újabbnál újabb változatai. A magyar nyelvű verzióért az Informatika a Látássérültekért Alapítvány felel, az általuk kiadott JAWS for Windows pedig mindig néhány verzióval korábbi az eredetihez képest (a fordítási munkálatok miatt). A JAWS Scripting Language (szkriptnyelv) segítségével biztosítja, hogy a képernyőn megjelenő szövegek még a nem akadálymentesített programokból is olvashatóak legyenek. A 14-es változatban például már elérhető az optikai karakterfelismerés (OCR) lehetősége, így képekről is olvashatóvá válik a szöveg. A JAWS Braille-kijelzőre is kimenetet képes generálni. A csapatunkból Péter a mindennapi élete során használja a programot.

A képernyőolvasók egy ingyenes változatát Michael Curran adta ki 2007-ben, NVDA [25] (Nonvisual Desktop Access, vagyis nem vizuális asztali hozzáférés) névre keresztelve. A GNU (General Public License, vagyis Általános Nyilvános Licenc) alatt működő hordozható, telepítés nélkül használható program szintén Microsoft Windows operációs rendszerre készült, ugyanúgy támogatja a Braille-kijelzőket kimenetként, és ahogyan a JAWS is, együtt képes működni a legelterjedtebb irodai és böngészőprogramokkal. A programok és funkciók közötti navigáció itt is gyorsbillentyűk segítségével valósul meg. A magyar változatért 2008 óta a Net-Média Alapítvány két önkéntese, Ócsvári Áron és Osztolján Róbert felelnek. A csapatunkból Csaba használja az NVDA honosított változatát.

Az OSX, illetve az iOS beépített szolgáltatásokkal rendelkezik hallássérült és siket, valamint látássérült és vak felhasználók segítésére. [26]

VoiceOver. Minden Mac tartalmaz egy beépített képernyőolvasót. Ahogy az előző kettő, ez is képes Braille-kijelzőt használni kimenetként, és sok hasonló tulajdonsága van

Zoom. A segítségével nagyítható a képernyő, akárcsak a Windows Nagyító alkalmazása segítségével

Dictation. A beszédet szöveggé alakítja. Sok különböző parancsa van, melyek segítségével beszéddel lehet vastagítani egy bekezdést, vagy törölni egy mondatot, esetleg lecserélni egy szót. Ráadásul programozható, új parancsokkal lehet kiegészíteni.

Kontraszt állítása. Lehetőség van a kontrasztot (a színek közötti különbség) testre szabni, vagy fekete-fehérré állítani a képernyőt, akárcsak egy Windows esetében.

Kurzor mérete. A kurzor méretét is állíthatjuk. Hasznos opció lehet Windowst használóknál is.

Képernyővillanás. Ahol a rendszer alap pittyenését, jelzőhangját a felhasználó nem hallaná, beállíthatja, hogy zúgás helyett villanjon a figyelmeztetést küldő ablak.

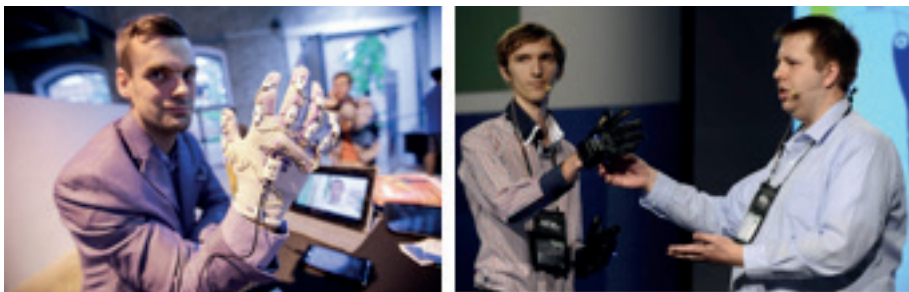
A Linux is elterjedt operációs rendszer. Az Informatika a Látássérültekért Alapítvány segítségével készült el a BeLin, amely szintén egy Linux disztribúció (kiadás), az Ubuntu szintén ingyenes és elterjedt változatra épült. Az Orka képernyőolvasót használja. Ez az alkalmazás is rengeteg hasznos tulajdonsággal rendelkezik, többek között szintén kezeli a kimenetre kötött Braille-kijelzőt is. [27]

A látássérültek esetében jelentősek még az optikai karakterfelismerő (OCR – Optical Character Recognition) programok, amelyek a bescannelt dokumentumokat képesek hallható beszéddé alakítani. [28]

A 2012-es Microsoft ImagineCup versenyen az első díjat nyerte el az Enable Talk projekt [29]. Ez a tanulói projekt abból az elképzelésből indult, hogy egy kesztyű segítségével a jelnyelvet hallható beszédre lehessen fordítani. A projekt két kesztyűből és egy okostelefonból áll, amely a jelfelismerésért felelős. Bár nagyra értékelték a befektetett energiát, állításuk szerint rengeteg további fejlesztést igényel az eszköz. A kesztyű ujjain és az ujjak között rengeteg hajlításérzékelő és érintésérzékelő szenzor foglal helyet, a kézfejen pedig egy mikrovezérlő található. Az eszköz kereskedelmi forgalomban még nem kapható, fejlesztés alatt áll. Nem használható a jelnyelv és élőbeszéd fordításán kívül másra, valamint egy külső eszköz, okostelefon is kell ahhoz, hogy a jelnyelvet beszédre alakíthassa.

Az Euronet Zrt. és a Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézete között kötött konzorcium keretében fejlesztett Tolmácskesztyű [30] nagyon hasonló elveket követ. Az eszköz szintén okostelefon bevonásával képes a jelnyelvet hallható beszédre fordítani. Az eszköz még szintén nem kapható, ahogy társa sem, és nem használható egyelőre másra. A két kesztyű látható a 4.1. ábrán.

A Leap Motion, Inc. által fejlesztett, 2013 nyarán megjelent Leap Motion [31] egy asztalra tehető apró USB-s eszköz. 2 monokróm infravörös kamerával és 3 infravörös leddelel rendelkezik. A maga felett lévő 1 méteres körzeten át világít a ledjeivel, feltérképezve maga felett a területet. Amennyiben van arrafelé valami, arról a ledek fényei visszaverődnek a kamerákba, és az így kapott értékeket összetett matematikai algoritmusok segítségével kiértékeli a hozzá kapcsolódó asztali alkalmazás. Az eszközzel weboldalakon lehet navigálni, közelíteni térképekre, nagy precizitással rajzolni és 3D-s adatvizualizációkat manipulálni. Közel 1 évvel később a TechCrunch jelentései alapján 500 ezer példány kelt el belőle [32], amely messze alulmaradt a várakozásokon. Az értékelései változóak voltak, sokan úgy érezték, hogy nem lehet igazán produktívan használni. Pedig a UNI eszköz szintén a Leap Motion gesztusfelismerését használja, amely valós időben fordítja le a jelnyelvet, majd hangra és szövegre alakítja, ahogy a beszédet is szöveggé tudja konvertálni. A működéséhez szükséges egy táblagép is, amelyet külön a UNI szoftverrel együtt kell venni, egy másik táblagépet nem lehet felhasználni hozzá, ráadásul a UNI-hoz havonta elő kell fizetni a felhasználónak. [33]



4.1. ábra. Tolmácskesztyű és az Enable Talk

Az UIST 2013-on (User Interface Systems and Technology) bemutattak egy olyan érintőkijelzőt, amelyet távolról lehet tapintani. Valójában ultrahangot lehet érzékelni a kezünkkel. Az UltraHapticsnak keresztelt kijelző mögött 320 darab ultrahang helyezkedik el, melyek többféle magas frekvenciát képesek kibocsájtani. Tom Carter, a Bristoli Egyetem kutatója szerint egy 4 hertzes rezgés érzése olyan, mintha nagyobb esőcseppeket érezne, 125 hertznél habos tapintást kelt, 250 hertznél pedig már erős vibrálás érzékelhető. A módszer segítségével a látássérültek a kezelőfelületek gombjait érzékelhetik, valamint domborzati térképet, populáció sűrűségét vagy akár a bűnözési rátát láthatják át pillanatok alatt, de autószerelőknél is jól jöhet, ha nem akarják összepiszkolni az érintőkijelzőt. Az autóvezetőknél is nagy biztonságérzetet kelt, hiszen nem kell a szélvédőről levenni a tekintetüket ahhoz, hogy az autó megfelelő gombjait megtalálják. [34]

A frissíthető, elektromechanikus Braille-kijelző [35] segítségével a látássérült emberek úgy képesek a számítógép monitorjáról olvasni, hogy nem a hallásukra, hanem a tapintásukra támaszkodnak. A kijelzővel ugyanis piezoeffektust² használó Braille-cel-lák révén karakterenként olvashatóvá válik a képernyőn megjelenő szöveg. Az egyes szimbólumok kitolható tűskék révén kerülnek megjelenítésre. Eközben persze a látássérültek használhatják a képernyőolvasó szoftvereket is, akár a Braille-kijelzővel együttesen. Létezik belőle QWERTY billentyűkiosztású billentyűzetet tartalmazó változat is. Néhány esetben az egyes karaktereket rezegtetni szokták, jelezvén, hogy hol található éppen a kurzor, valamint néhány készüléknél egy gomb segítségével az adott karakterhez lehet állítani a kurzort. Léteznek külön 40 és 80 cellás változatok. A Braille-kijelzők árai több millió Ft-osak. Egyes 32 karakteres Braille-kijelzők 1 millió Ft-ba, a 80 karakteresek esetenként 3 millió Ft-ba kerülnek. [36]

Az 1971-ben megjelent és 1996-ig piacon lévő Optacon (Optical to Tactile Converter – magyarul a láthatóból tapinthatóvá alakító) [37] egy olyan elektromechanikai készülék, aminek a segítségével a nem Braille-ábécével nyomtatott anyagokat a vakok számára olvashatóvá lehet tenni. Az autós rádió méretű eszközben egy tapintható terület helyezkedik el, amelyben egy 24 x 6-os tűskemátrix foglal helyet. Itt is piezoelektromosságot használnak a tűskék mozgatásához. A nyomtatott felületet egy miniatűr kamera segítségével lehet a tapintható kijelzőre továbbítani. Tartalmaz egy kapcsolót, amelyet akkor kell alkalmazni, ha nem fekete, hanem fehér felületen találhatóak fekete szövegek, és további két, tekerhető gombot, amelyekkel az Optacon kontrasztra való érzékenységet és a tűskék vibrációjának erősségét lehet állítani. A probléma viszont az volt vele, hogy sok látásban akadályozott ember nem ismerte a nyomtatott betűk képeit, és más képeket sem ismert fel.

A Nevadai Egyetem és a koreai Sungkyunkwan Egyetem közös fejlesztése egy össztekerhető tapintófelület. [38] Elektroaktív polimert használnak, amely elektromosság

² A karaktereket alkotó tűskékhez piezo kristály van illesztve, amely elektromosság hatására megváltoztatja az alakját, így az emelőszerkezetet felfelé mozdítja

révén nyomást, taktilis (tapintható) visszajelzést gyakorol a használója bőrén. Amellett, hogy használható Braille-felületként a látássérültek számára, a virtuális valóság eszközök kiegészítéseként is el lehet képzelni, és sok egyéb lehetőséget nyit meg az emberek előtt. Az anyag nem elektromechanikai készülék, költség- és energiahatékonynak mondható.

A Massachusetts Institute of Technology Tangible Media Groupja (vagyis a Massachusettsi Műszaki Egyetem Kézzelfogható Média Csoportja) hozta létre az inFORM felületet [39], amelyet dinamikus alakú kijelzőnek nevezett. Az eszköz lényegében egy Microsoft Kinectből, egy projektorból áll, amelyek kapcsolatban állnak a számítógéppel, valamint ugyanez a számítógép kommunikál az aktuátorokkal is, amelyek össze vannak kötve a változó kijelző kivezetéseivel (kiemelkedni és lesülyedni képes oszlopok a kijelző elemei). Amennyiben a felületre helyezünk egy mobiltelefont, képes arra, hogy odavigye a felhasználónak a kijelző felületén keresztül, valamint diagramokat, függvényeket képes térben megjeleníteni. Lehetőséget biztosít arra is, hogy a felhasználó labdát vagy más objektumot mozgasson a kijelzőn. Akár még interaktív felületet is lehet a segítségével létrehozni, ahol egy golyóval vagy a kijelző elemeivel állíthatóvá válnak a felület más részei. Például a kijelző elemeiből álló, mélyített felületrészen egy golyót vagy más tárgyat, objektumot végighúzza a megjelenített diagram kiemelkedik vagy lentebb süllyed.

Az Intelligent Glasses [40] (IG – Okos szemüveg) projektet a párizsi Robotikai Laboratóriumban azért hozták létre, hogy a gyengénlátók, látássérültek számára olyan új elektronikus utazási segélyt (ETA – Electronic Travel Aid) nyújtsanak, amellyel bármerre biztonságosan navigálni tudnak. Az eszközhöz egy szemüveg tartozik, melynek két oldalához egy-egy kamera van rögzítve. A kamerák által kapott kép alapján, valamint gyorsulásmérők és giroszkópok által mért értékek segítségével egy tapintható, kézi kijelzővel az eszköz egyrészt meg tudja határozni a használó objektumoktól való elhelyezkedését, a kamerákkal pedig ezen pontosítani tud, és az objektumok határvonalait algoritmusokkal kiszűrve le tudja képezni a tapintható felületre, ami alapján már a felhasználó képes navigálni.

A közeljövő is érdekes koncepciókat tartogat. 2010-ben az LG 3rd Annual Design the Future Competitionjén (a 3. jövőtervező versenyén) egy olyan karórát mutattak be, amely többféleképp képes funkcionálni a látássérültek számára. A legtetején egy Braille-óra található, amely érintéssel leolvasható. Amennyiben ezt az egységet eltoljuk, egy Braille-billentyűzet ugrik fel, ahol a felhasználónak lehetősége adódik akár a telefonszámokat kiválasztani. A harmadik egység pedig maga a telefon, amely lényegében az óra szíjában található. Itt már csak a konkrét hívás kezelhető. [41]

Egy igen jelentős projekt a 2014-ben megjelent Argus II [42], amely egy retinaprotézis, és főként a farkasvaktságot kiváltó retinitis pigmentosa (festékes szemideghártya-gyulladás) során látásromlást, vakulást szenvedettek segítésére jött létre. Két fő része van. Az egyik egy szemüveg, amelyre kamera és egy apró processzor van szerelve. Felvételeket készít, amelyet továbbít az implantátumnak, és egy videoprocesszor révén 60 elektróda segítségével a maradék egészséges retinasejtet stimulálja, amelyek információt továbbítanak a látóidegnek. Bár nem lesz éles a látás, és újra meg kell tanulni a segítségével értelmezni a vizuális információkat, az akadályok, a formák, a mozgások felismerhetőek lesznek viselője számára. Egyes esetekben lehetővé tette azt is, hogy nyomtatott könyvet olvasson a felhasználó a segítségével. Érdekeség, hogy néhányuknál, akiknél a színt érzékelő sejtek halottak voltak, bizonyos impulzusok fogadásakor érzékelték színeket.

5. Az általunk fejlesztett projektek

Mivel a korábban felsorolt eszközök, módszerek általában valamilyen jelentős hátránnyal rendelkeztek az ár, a hozzáférhetőség vagy a használhatóság szempontjából,

melyek elég jelentősek ahhoz, hogy Péter és Csaba, valamint a látássérült, hallássérült ismerőseik ne használják ezeket, szükségesnek láttuk azt, hogy összeüljünk és elgondolkodjunk a tapasztalatok alapján, lenne-e olyan ötletünk, amelynek talán nem lenne akkora hátránya, hogy az kényelmetlenné, esetlegesen használhatatlanná tegye a hétköznapi életben vagy az oktatási tevékenység során a segédeszközök működtetését. Fontosnak tartottuk, hogy lehetőleg ne új eszközöket tervezzünk, hanem a létező, elterjedt hardverelemekhez írjunk programokat, de szükség esetén új hardvert is biztosítunk, amennyiben úgy véljük, hogy ez szükséges.

A következőkben felsorolt projektek az ötletelésünk végeredményei.

5.1. ExoGlove

2011 novemberében a csapatunk egyik tagjának jutott eszébe egy olyan ötlet, amelyről úgy véltük, hogy javíthat az akadálymentes kommunikáción a siketek és a rendszeren halló személyek között. A robotika témakörében végzett első saját alkotás, valamint a nem szokványos konstrukció miatt sok probléma vetődött fel a megvalósítás során.

Ez a projekt lényegében egy okos, multifunkciós kesztyűről szólt. Az elnevezés angolul az exoskeleton, mesterséges külső vázból és a glove, kesztyű szóból származik. Korábban látni lehetett, hogy már készültek a jelnyelv felismerésére és hanggá alakítására módszerek és eszközök, ezek sokszor csak egy bizonyos célt szolgálnak. A termékeket áttekintve kirajzolódik, hogy ezek célhardverek, és nincs közöttük olyan, amely általánosságban próbál hasznos lenni, vagy legalábbis több, hasonló elvet igénylő feladat segítésére koncentrálna. Ugyanakkor azok az eszközök sokszor még egy extra, külső hardver bevonását igényelték a használathoz.

Szövegről lévén szó, az első terv az volt, hogy olyan hardvert használjunk fel hozzá, amelyet eleve a ruhákhoz, szövetekhez, az úgynevezett e-textilekhez terveztek. Mivel fontosnak tartottuk, hogy a prototípus költségét is minimalizálhassuk, ezért választottunk olyan irányítást, vezérlést hozzá, amelyet egyébként a hétköznapi életben, távirányítóknak, mosógépeknek és más helyeken is használnak a gyártók. Ez a mikrokontroller, vagy másnéven mikrovezérlő. Ebben az esetben egy adott célra kialakított miniatűr számítógépet szoktak használni, hogy végrehajtsa a speciális feladatát. Mivel egy ilyen mikrokontroller megtervezése és létrehozása rengeteg időt és pénzt igényelt volna, és nem is volt cél az, hogy létező terméket hozzunk újra létre, vagy hogy „traktort építsünk, ha szántani akarunk”, ezért esett a nyílt forráskódú Arduino Lilypad mikrovezérlőre (5.1. ábra)[43] a választás. A nyíltság révén az eszközből léteznek olcsóbb, Kínából megrendelhető változatok is, melyek azonos minőséggel és funkcióval bírnak, ezzel is lehetőségünk volt csökkenteni a legelső változat árát. Ennek ellenére fontos megemlíteni, hogy egy prototípus megalkotása mindig többletköltségekkel jár. A mikrovezérlő használatát az is indokolta, hogy így lehetőség van egy moduláris, testre szabható alkalmazás létrehozására, amely nem csupán a jelnyelv hanggá átalakítását célozza meg, hanem akár a zeneoktatásban a szolmizációs hangok lejátszására is képes volna. Egy kesztyűvel akár más hardvereket, robotokat irányíthat a használó, amely lehet egy gumitalpas, guruló játékrobot, vagy egy bombát hatástalanító robot, veszélyes biológiai környezetben végrehajtandó tevékenységet végző gép, építészeti munkát végző vagy műtétet végrehajtó szerkezetek. Hosszasan lehetne sorolni még azokat a területeket, ahol gépekkel biztonságosabb, előnyösebb végrehajtani egy adott munkát, és igényelné az intuitívabb, magától értetődőbb irányítást a kezünk segítségével, mint billentyűzetekkel. Ezt kiegészítve a hamarosan divatba jövő virtuális valóság (VR) eszközök³ sorát bővítheti egy ilyen kesztyű, a valóságot leutánpótló vagy attól elrugaszkodó „álvalóságot” manipulálhatjuk,

³ Ilyen hamarosan megjelenő virtuális valóság eszköz például az Oculus Rift, a Samsung Gear VR, a Sony Project Morpheus szemüvege, a Virtuix Omni stb. is.

és szimulációkat végezhetünk el, amely műtétek oktatásában, repülőgépek vezetésének mintázásában vagy térbeli tárgyak intuitívabb mozgatásában lehet segítségünkre.

Ehhez a mikrovezérlőhöz először speciális áramvezető cérnát használtunk fel, hogy a tervezett hardverelemeket alkalmazzuk. Ilyen áramvezető cérnát általában külföldről lehet beszerezni, és többféle fonálméretű rozsdamentes acélból készülnek (nikkel krómiumból, hozzáadott ólommal⁴). Más szöveteknél, ahol nem kell kis területen sok különböző jelátvivő közegnek működni, hasznos, de ebben az esetben az apró, gyűrődő felület következtében alkalmatlannak bizonyult a feladatra. Ezért esett a választás mégis a kábelek használatára.

A korábban kifejtett Nintendo Power Glove-ban alkalmazták a Spectra Symbol által szabadalmaztatott hajlításérzékelőket (szenzorokat) [44], melyek segítségével az ujjak mozgása nyomon követhető. Kellő mennyiségű, hasonló képességű szenzorral a közöttük lévő távolság mértéke is mérhetővé válik. A mikrovezérlő ezekből a szenzorokból az ellenállás mértékét képes meghatározni, hiszen a hajlítással ennek az értéke fog változni. Bár a szenzor konstrukcióját tekintve nem túl jó, az érintkezőjét tehermentesíteni kell, hogy ne törhessen el 700-800 meredek hajlítás után sem, de kisebb hajlításokból ennek ellenére is jóval többet elbír.

A hang generálásához egy WTV020-SD-16P hangmodult használtunk fel [45]. Egy beépített memóriakártya-olvasó helyezkedik el rajta, amelyre hangfájlokat lehet elhelyezni, és egy hangszóró segítségével képes lejátszani őket. A mai micro SD kártyák méretéből adódóan ez akár több ezernyi előre eltárolt hangfájl is lehet, és egy SD kártya adapter segítségével könnyedén változtatható meg a tartalma egy hétköznapi laptopon is.

Az áramellátásról is gondoskodni kell a megtervezés és létrehozás során. Az áramkörünk áramerősségből és feszültségből táplálkozik működéskor. Ahhoz, hogy olcsó legyen a megvalósítás, és sokáig képesek legyenek a hardverelemek működni, elegendő 3 darab AA elem (ceruzaelem), de ez az eszközök áramfogyasztásától nagyban függ. A célnak megfelelő, 3 elemet sorba kötő elemtartóhoz nagyon olcsón lehet hozzáférni. Hogy ne történjen folyamatos működtetés az elemekről, ezért egy kétállású, billenő kapcsolót érdemes az áramforrás és az áramkör többi része közé beiktatni.

Ha arra is szükség van, hogy egy külső hardverhez, esetleg számítógéphez kapcsolódjunk, fontos lehet egy bluetooth modul használata. A segítségével könnyedén lehet kommunikációt biztosítani az eszközök között. Általában háromfélet lehet belőlük kapni, ezek közül az egyik csak fogadni, a másik csak létesíteni tud kapcsolatokat más eszközökkel, de vannak egyik funkcióból a másikba egyszerűen átprogramozható fajták is. A legegyszerűbb, ha kapcsolatot létesítő, úgynevezett master bluetooth modult szerzünk be, de használhatunk fogadó, slave típusút is, ekkor viszont szükség lesz egy számítógépre, hogy fenntartsuk a kapcsolatot azzal a hardverrel, amelyhez a kesztyűvel kapcsolódni szerettünk volna. Ebben az esetben a számítógéppel kapcsolódunk a külső hardverhez és a kesztyűhöz, majd közvetítjük a kesztyűtől kapott jeleket feldolgozás után a külső eszközhöz. A JY-MCU slave egységet, majd az NR-42 master és slave modult [46] használtuk fel a kesztyűnél.

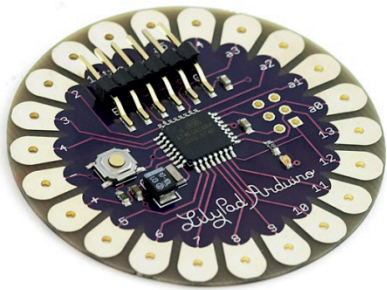
Amennyiben több funkció van megvalósítva egy ilyen eszközön, hasznos, bár nem kötelező elem egy kijelző [47], hiszen a funkciókat megjeleníthetjük egy menürendszer segítségével, vizuális visszacsatolást biztosíthatunk a hanggal történő jelzések mellett. Olcsó, hobbielektronikához használható kisméretű kijelzőket lehet kapni külföldön, melyekhez sokszor biztosítják a szoftveres működtetést, használatot jelentősen megkönnyítő függvénykönyvtárat is (kódok, parancsok halmaza).

Ahhoz, hogy a kézfejük mozgását digitálisan értelmezhető jelekké alakítsuk, hasznos segítőtársunk lehet egy inerciális mérőegység (IMU) [48] alkalmazása. Bár ezt leg-

⁴ Ilyen fajta SAE szabvány osztályú acélból készülnek órák, forralóvízes reaktorok és reaktortartályok is, mert erősen ellenáll a korróziónak

többször pilóta nélküli repülőgépeknél (UAV), műholdaknál és leszállóegységeknél használják, a benne lévő mérőeszközök jelentősen hozzájárulnak a kezünk mozgásának detektálásában. Általában egy ilyen egység gyorsulásmérőt és giroszkópot tartalmaz, néhányuk magnetométert is felhasznál a pontosabb pozíciómeghatározáshoz. A giroszkóp a térbeli irányt képes meghatározni, a magnetométerrel pedig mágneses tér mérésére alkalmas.

Természetesen az összes hardverelem nem tud működni a mikrovezérlőhöz és az áramforráshoz közvetlenül kapcsolva. A zavartalan üzemeléshez nélkülözhetetlen néhány további áramköri elem használata, úgy, mint ellenállások, feszültségszabályzó és kondenzátorok. Ezek az eszközök viszont fillérekekbe kerülnek, és egy-egy hobbielektromikai boltból könnyedén hozzájuk lehet jutni.



5.1. ábra. Arduino Lilypad

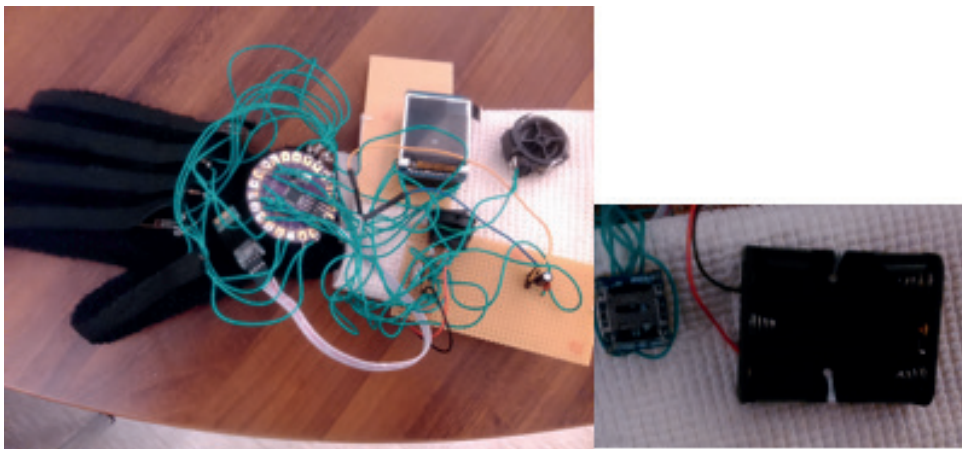
A kesztyű lelkét a korábban említett Arduino Lilypad [43] típusú mikrovezérlő adja, melyet Leah Buechley és a SparkFun Electronics készített. Valójában ez még nem a mikrovezérlő, csak annak a “foglalata”, egy szabad szoftvert tartalmazó fejlesztői platform, amelyen a tényleges mikrovezérlő kivezetései találhatóak meg. A benne lévő mikrokontroller pedig az Atmel gyártmányú ATmega328. A dolgot nem helye a teljes, száraznak mondható specifikációnak, de fontos megemlíteni, hogy ez egy mikroprocesszor, hasonló ahhoz, amely a laptopokban, számítógépekben van, csak gyengébb teljesítményű. Viszont arra elég, hogy a rá kötött eszközöket működtesse. Az 5.1. táblázat szemlélteti a tulajdonságait.

5.1. táblázat. A Lilypad mikroprocesszorának tulajdonságai

Szükséges feszültség	2.7–5.5V
Digitális lábak száma	14 db
Analóg bemeneti lábak száma	6 db
Egyenáram a lábakon	40 mA
Flash memória	16 KB (ebből 2 KB-ot használ bootloader)
SRAM	1 KB

EEPROM	512 byte
Órajel	8 MHz

A digitális és analóg lábakhoz lehet a külső eszközöket, hardverelemeket bekötni. A flash memóriában (amely egy újraírható memória) helyezkedik el a bootloader, amely azért felelős, hogy áram alá helyezéskor betöltse a felhasználó által rátöltött programot. A maradék 14 KB tárhelyre mi magunk tölthetjük fel a megírt szoftvert. A tartalma megmarad, ha elvesszük tőle a feszültséget. Az SRAM (statikus közvetlen elérésű memória) tartalma elvész ebben az esetben. [49] Ebben tárolódnak a létrehozott és később manipulált változók a program futása során. Az EEPROM memória pedig arra jó, hogy a programozók hosszútávú információkat írassanak bele. Amennyiben az SRAM a sok létrehozott változó miatt megtelik, lehetőségünk van egyes adatokat a Flash memóriában eltárolni. Az Arduinohoz szánt alkalmazást a hivatalos Arduino integrált fejlesztői környezet segítségével tehetjük meg, ugyanakkor ez közel sem nyújt annyi hasznos, fejlesztést elősegítő funkciót, amennyit a Microsoft Visual Studio biztosít (például nincs kódkiegészítés, tehát a kulcsszavakat nem ismeri fel és nem írja meg helyettünk a program, de kódindentálás, vagyis a sorok beigazítása megtörténik). A legtöbb Arduino változatnál a program feltöltését egy USB kábel segítségével el lehet végezni (például az Arduino Unónál USB-A és USB-B, az Arduino Leonardónál USB-A és Micro USB csatlakozások), ezt a Lilypad esetén egy USB-aszinkron soros adatbusz közötti híddal el lehet végezni. Ez egy USB-hez csatlakoztatható egyszerű áramkör, aminek a kivezetéseit már vezetékekkel hozzá lehet kötni az Arduino Lilypadhez, rendes USB bemenetének hiánya miatt. [50]



5.2. ábra. ExoGlove, az általunk megvalósított kesztyű. Jobb oldalon látható a hangmodul és az elemtartó, mely a kesztyű szétnyitható karpántjának alsó részén helyezkedik el

A kesztyű több változatot megélt, így került ki az áramvezető cérna is az összetevők listájából. Az egyes verziókat demonstrátori tevékenységek során több rendezvényen is bemutatunk. Többek között 2012-ben az egri Neumann János Középiskola végzős diákjainak szánt nyílt napon és a 2013-as, valamint a 2014-es Kutatók Éjszakáján mutattuk be. 2013-ban még az Egri Mlinkó István Egységes Gyógypedagógiai Módszertani Intézményben is részt vettünk egy bemutaton (5.3. ábra), ahol más robotok társaságában került bemutatásra a kesztyű akkori állapota sikert és hallássérült tanulók számára. A 2013-as Kutatók Éjszakája során egy átalakított faltörő játékot voltak képesek a diákok irányítani a kesztyűvel, ahol a cél az volt, hogy egy virtuális golyót kellett belepattintani a lyukba

az ujjak hajlításának mértékéből generált játékbeli oszlopok segítségével. A gyógypedagógiai intézményben már egy egri cég által biztosított láncitalpas robotot vezérelhettek a hallássérült diákok, mindenki nagy örömeire. A 2014-es Kutatók Éjszakájára (5.4. ábra) a menürendszerrel, a zongoraszimulációs funkcióval, valamint a Lego Mindstorms NXT 2.0 típusú, egy ebből épített gumitalpas robot vezérlésére volt képes. A Lego Mindstorms NXT 2.0 készletek egyébként több éve kaphatóak, és a középiskolás diákok algoritmikus gondolkodásának fejlesztésére szokták használni informatikaórákon, ugyanakkor a készlet drága egy átlagos iskola számára (85000–100000 Ft között mozog a készlet ára). A saját fejlesztésű kesztyű aktuális prototípusa az 5.2. ábrán látható.



5.3. ábra. Előadás a kesztyűvel a siketek intézetében

A gyerekek az összes bemutatón nagyon kedvelték a kesztyűt. Többször lehetett olyan dicsérő véleményeket hallani róla, hogy „ez jobb, mint az Xbox”, amely egy játékra kihegyezett, kereskedelmi forgalomban régóta kapható játékkonzol, és ahhoz képest, hogy a kesztyű nem célzottan játékra lett kitalálva, az intuitív, természetes módon történő irányításra nagyon fogékonyak voltak. Egy másik bemutatón, ahol a gumitalpas Lego robot irányítását lehetett kipróbálni, az egyik gyerek édesanyja szeretne valamilyen módon megismerni a kesztyűvel történő vezérlés érzését. A használat után elismerően beszélt a munkánkról.



5.4. ábra. Előadás a kesztyűvel a 2013-as és a 2014-es Kutatók Éjszakáján

Sok esetben egy új eszköz, módszer, eljárás hasznosságát a rá épített módszertan hasznosságával értékelik. Egy ilyen kidolgozása viszont nagyon sok időt igényel. Fontos tudni, hogy bár a Geogebra alkalmazás, mely segítségével matematikai függvényeket lehet szemléltetni, már jó pár éves, és még nincsen kidolgozott módszertana. L. Nagy Katalin azt írta az egyik tanulmányában [51] az ének-zene tantárgyról, hogy “[a] legsúlyosabb tantárgyi problémának az időhiányt, a tanulói érdektelenséget [...] jelölték meg a tanárok”. Bár az időhiánnyal szemben nem javít, talán hatékonyabbá teheti egy szolmizációt segítő kesztyű az órákat, így az adott időt is nagyobb érdeklődéssel fogadnák a diákok. Segítségével a szolmizálás folyamatát a gyerekek játszva sajátíthatnák el. Ráadásul az eszköz használata beleilleszkedne a szolmizáció tanításának meglévő módszertanába. A tanárnak lehetősége van elmutogatni a szolmizációs jeleket a kesztyűvel és saját magának is elénekelni a dallamot. A tanulók végigszolmizálhatnak egy dalt magukban, majd megállapíthatják a kesztyűvel, hogy úgy hangzik-e a dal, ahogyan azt elképzelték. Az egyes kézjelekre érkező hang folyamatos visszacsatolást biztosít afelől, hogy megfelelően énekelnek-e a dallamot, vagy hogy megfelelően szolmizálnak-e. Hiszen a dal dallamát sokszor ismerik, a hallás után könnyebben megmarad a dal, és feltűnik nekik, ha szolmizációkor más hallatszik, mint amit énekeltek.

A jövőben számos új funkciót tervezünk beépíteni a kesztyű programjába. Az egyik cél az, hogy a Matematikai és Informatikai Intézet Robotika laborjában található quadcopter (4 propelleres pilóta nélküli légi jármű) és más eszközök kezeléséhez eljárásokat írjunk, ezáltal a kesztyűvel intuitívan lehet őket vezérelni. A további tervek között szerepel a meglévő funkciók javítása és memóriaigényeik csökkentése, valamint az egyes hardverelemek egyszerűbb, saját anyagokból, szövetekből való megvalósítása.

5.2. Loud Painter verziók

A technikai vívmányok segítségével a látássérült emberek helyzete folyamatosan javul. Az eddigiekben már felsoroltunk pár eszközt, amellyel sokkal könnyebb a helyzetük, mint pár évvel ezelőtt. Ugyanakkor több problémát láthattunk, melyek a használhatósággal, arral vagy a hozzáférhetőséggel függtek össze. Ezért újabb lehetőségeket kerestünk, hogy mivel lehetne segíteni még rajtuk. Hosszas ötletelések után rájöttünk, hogy a gyengénlátó embereket rajzeszközökkel nem támogatták még rendesen. Voltak már eddig is olyan eszközök, amelyekkel mechanikusan tudtak rajzolni, viszont a rajzolás digitalizálása nem volt megvalósítva. Miért fontos egy látássérült mindennapjaiban a rajzolás? Gondoljunk bele abba, hogy matematikából mennyi hátrányt szenvednek ezek az emberek. Egy alakzat vagy egy függvény elképzelése nehézkes számukra. Persze, ha a kezükbe adnak különböző alakú és formájú alakzatokat, akkor rájöhettek azon tárgyak, függvénygörbék kinézetére, de ehhez egy nagy készletnyi, előre legyártott eszköz kellene, és egy pedagógus, akinek az óráira tantárgyspecifikus formákat volna szükséges vinnie magával. Ráadásul egyszeri érintésből nem feltétlenül fogja tudni felidézni a későbbiekben, összekeverheti az alakokat a nevekkkel stb. Olykor újabb ábrák, jelölések jelenhetnek meg a világban, melyeket szükséges lehetne megtanítani a látássérült emberek számára is. Szükség lehet olykor arra is, hogy a látássérült ember a fehérbotjával mintegy vakon tájékozódjon az utcákon. Sokszor kellemetlen vagy nehézkes embereket megkérdeznie arról, merre is kellene tartania, de egy látó végső esetben vesz egy térképet magának és megnézi, vagy a Google Maps alkalmazással, esetleg egy navigációs program segítségével már hatékonyan tud tájékozódni. Egy látássérült számára viszont ilyen lehetőségek nem állnak rendelkezésre. Ezért célszerűnek láttuk, hogy építsünk a számukra egyik legáltalánosabban használt eszközre, az okostelefonokra és a számítógépekre, majd fejlesszünk rá egy olyan alkalmazást, amelynek az oktatásban és a hétköznapi életben is egyaránt hasznát tudják venni. Egy olyan programot, amellyel meg

lehet hallgatni a rajzot, függvénygörbét, síkidomok képeit, egyszerű térképrészletet, szimbólumokat, és meg is lehet osztani ezeket másokkal.

Ahogy a kesztyű, úgy az alkalmazások és maga a térbeli hanggenerálás is sok változatot éltek meg. Ugyanis ahhoz, hogy egy rajzot hanggá alakítsunk, valahogyan egy térbeli hangforrást kell szimulálni, mely egy állandó hangot bocsájt ki magából. Kutatásba fogtunk, hogy milyen módszerrel lehetne egy térben létrejövő hangot a legeredményesebben érzékeltetni.

A kvadrofón hangzás [52] és maga a fogalom talán nem túl ismert manapság. Az 1970-es években a surround 4.0 volt a legelső, kereskedelmi forgalomban kapható surround rendszer (a surround körülvevő hangra utal), melynek a quadrofónia volt a legrégebbi elnevezése. A használatához nélkülözhetetlen 4 hangszóró elhelyezése a hallgató fél 4 oldalára (a szoba 4 sarkába), hiszen a technológia négycsatornás hangátvitelt jelent. Ebben az esetben az egyes jelkibocsájtó eszközök részben vagy teljesen független jeleket adnak ki, így keltve a térhangzás érzetét. Annak idején kereskedelmi bukás volt, mivel rengeteg technikai problémát és inkompatibilis formátumokat hozott magával. Az így készült hangformátumokat jóval drágább volt előállítani is, mint a hagyományos kétcsatornás sztereó hangzású felvételeket. Ráadásul extra hangszórókat igényelt és különlegesen megtervezett dekódolókat, erősítőket. A későbbiek során jelentek meg olyan formátumok, melyeknél például a 4 csatorna jelét átalakították kétcsatornásra, azonban a rossz minőség miatt ez sem terjedhetett el. A többcsatornás felvételek népszerűsödése akkor kezdődött el, amikor az első házimozsi rendszerek jelentek meg az 1990-es években. Mivel ez a módszer kereskedelmi forgalomban már megbukott, ráadásul 4 különböző hangszóró és hangsáv kellene hozzá, ezért próbáltunk valami jobb megoldást találni.

Bár ehhez a fajta hanggeneráláshoz több hangszóróra lenne igazából szükség, és a hagyományos fülhallgatókban 2 hangszóró van, sztereóra képesek, ezért megnéztük, milyenek a jelenleg kapható gaming headsetek (vagyis az elsősorban játékokra kitalált fülhallgatók). A lehető legjobb, legtisztább hangzást jelenleg a surround 7.1-es rendszerek biztosítják, ugyanakkor az ezt megvalósító 10 hangszóróból álló rendszer sokáig nem volt elérhető. A Razer Tiamat 7.1 fejhallgató [53] az első, amelybe 10 hangszórót építettek bele. A fülhallgató ára 55000–60000 Ft környékén mozog, mely ellehetetleníti egy átlagos használó számára a vásárlást, és jelentősen megnövelné egy prototípus költségeit is. Az egyes csatornák, hangszórók hangereje külső vezérlő segítségével változtatható. A fülhallgatóknak kialakításuk szempontjából két fajtájuk van: a circumaural és a supra-aural fejhallgatók [54]. Léteznek még az insert fülhallgatók, amelyek nagyon vékonyak, és közvetlenül a fülbe helyezhetőek. A circumaural típusúak lényegében a fejen ülnek, és teljesen beborítják a fülkagylót, ezáltal jobban elzárva a külső zajokat azok számára, akik ezt igénylik a munkájuk vagy a szórakozásuk során. Bár kényelmesre tervezik őket, egy idő után kényelmetlenné válhatnak. A supra-aural fülhallgatók párnái pedig a fülkagylón helyezkednek el. Könnyebbek társuktól és több külső zajt átengednek. Ez az említett fülhallgató például a circumaural kategóriába esik. Ha egy olcsóbb és kevesebb tudással rendelkező fejhallgatót keresünk, ráakadhatunk olyan példányra, amely virtuális 7.1-es surround hangzást képes előállítani, circumaural típusú kialakítással, 17000 Ft-ért (Ozone Rage 7HX). Esetleg a Roccat Kave circumaural és valódi 5.1-es surround hangzást biztosítóra 25000 Ft-ért, melynek egyes változataiban 3, másokban 4 hangszóró van az egyes füleknél. Vannak olyan fülhallgatók, amelyekben külön hangkártya van, esetleg külső mikrofon is található rajtuk, hogy a kívülről érkező zajokat képesek legyenek a belső hanggal kompenzálni, ezáltal is elnyomva őket. Viszont a szoftverek prototípusainak árát egy ilyen, minimum több tízezres kategóriájú fülhallgató segítségével nem szeretnénk feleslegesen növelni, amennyiben nem szükséges, ráadásul ha nem tartalmaz beépített hangkártyát, a számítógépben lévő hangkártyának volna szükséges több hangcsatornát kezelnie, mely nem biztosított minden gép és okostelefon

esetében. Az Android operációs rendszerrel rendelkező telefonok ráadásul sok esetben nehezen valósítják meg a virtuális 5.1-es hangzást, inkább csak egy effektet adnak a hanghoz, amely nem teszi kellőképpen térhatásúvá az így lejátszott hangokat.

Az ambiszónia [55] egy olyan térhangzás rögzítésére és visszaadására létrehozott technológia, amit szintén az 1970-es években dolgoztak ki. Ma a hangokat egydimenziós vagy kétdimenziós hangképként közvetítjük. Az egydimenziós hangkép a sztereó, amelyben egy vonal mentén helyezünk el két hangszórót. A kétdimenziós hangkép esetén surroundot, térhangzást használunk, ahol a személy körül körben, azonos magasságban helyezkednek el a hangkibocsátó eszközök. Amennyiben ezen fejleszteni akarunk, újabb hangszórókat helyezhetünk el magunk alatt vagy felett. Így szükséges ugyan több hangszórót felhasználni, de nem fontos több csatornán keresztül közvetíteni a jeleket. Hiszen használhatnánk rengeteg csatornát is. Az ambiszónia szerint viszont elég 4 csatorna, amelyet egy fordító annyi hangszóróra bont, amennyi szükséges. 4 csatornával viszont nem lesz tökéletes a térhangzás. Csak az elsőrendű ambiszónia használ 4 csatornát. A probléma viszont az, hogy sokkal több csatornát igényelne egy magasabb rendű ambiszónia. Nagyon sokan csak két hangszórót használnak, például egy fülhallgató esetén, és egy magasrendű ambiszónikus hang lekeverése két csatornára nagyon rossz hatásfokú. Ez a módszer szintén nem ért el kereskedelmi sikereket.

Az ambiszónia helyett hasonló háromdimenziós hangkép előállításához használják még az oktofónikus hangot is [56]. Oktofóniát lehet elérni, ha 8 hangszórót használnak fel a hang közvetítéséhez. Ha egy képzeletbeli kocka 8 csúcsában helyezkednek el a hangszórók, a hallgató pedig ennek a kockának a belsejében foglal helyet, nem csak oldalról és előlről, hátulról hallhatja a zajokat, hanem fentről és lentől is. Viszont ez a módszer is több hangszórót igényel.

A célunk az volt, hogy a szoftver mellé ne igényeljen a rendszerünk külön nehezen beszerezhető eszközöket, ráadásul ha egy programot hordozhatóvá akarunk tenni (okostelefonos változat révén), erre különösképpen ügyelnünk kell. Éppen ezért a figyelmünk a holofónia felé irányult. [57] A holofónia egy binaurális (két füllel való) hangrögzítő rendszert jelent. A binaurális hangfelvételnél, melynek eredete 1881-ig nyúlik vissza, gyakran használnak műfejes hangrögzítést, amely segítségével egy egyszerű sztereó fülhallgatóval lehetőség nyílik egy szobában elhelyezkedő hangforrások irányát és ezek akusztikáját érzékelni. A hangforrás emberi érzékelése egy összetett folyamat. A hagyományos sztereó hangrögzítésnél csak a balról és jobbról érkező információk kerülnek eltárolásra. A műfejes felvételnél viszont kiegészítésként hozzáadódik a frekvenciafüggő torzítás is. Az agyunk azt, hogy balról vagy jobbról érkezik a hang, egyrészt a relatív szintkülönbségekből (egyik oldalról hangosabb a hangforrás, mint a másik oldalról), valamint az érkezési időkülönbségekből dönti el (a hang az egyik fülhöz hamarabb ér oda, mint a másik oldalra). Frekvenciafüggő torzítás alatt például a Doppler-effektust lehet érteni, amely során a hangkibocsátó dolog valamilyen helyváltoztatást végez, ezáltal ahonnan távolodik, arra alacsonyabb, ahova közelít, arra magasabb frekvenciájú hanghullámokat közvetít. A binaurális módszerrel készült felvételeket direkt arra szánták, hogy fülhallgatóval hallgassák, és nem adják vissza a hatást külső sztereó hangszórókkal.

A binaurális felvételt [58] céloztuk meg mint lehetséges módszert arra, hogy térhangzású hangokat rögzítsünk, így egy ábra rajzoláskor és annak lejátszásakor a hallgató személy a rajz közepén érezheti magát, és jobb képet kap arról, hogyan is nézhet ki a mű képként. Az ilyenfajta hangrögzítéshez is kaphatóak nagyon jó minőségű hangrögzítő eszközök. A <http://www.ebay.com> oldalt céloztuk meg olcsó berendezés után kutatva. Viszont azt találtuk, hogy 40000–60000 között lehet kapni binaurális felvételhez szánt mikrofonokat, továbbá a célra készített műfej ára sem túl kevés, 80000–200000 Ft között helyezkedik el. Egyes eszközöknél nincs Magyarországra házhozszállítás sem. Ebből a drágábbik változatban (amely pontosan 2 millió forintba

kerül), speciális, fül alakú mikrofonok helyezkednek el a minél pontosabb, eredményesebb rögzítéshez. Mivel ez nagy befektetés lett volna, megkíséreltünk saját binaurális felvevőrendszert készíteni.

Ehhez először nagyon apró mikrofonokra volt szükség. Az elektret mikrofonok, melyek a headsetekben is helyet kapnak, megfelelő minőségű hangot képesek rögzíteni. Mivel a normál, műanyaggal szigetelt rézvezetékek meglehetősen jó antennaként tudnak működni, rengeteg környezeti zajt szednek fel magukra hangrögzítéskor. Ezért szükséges szigetelt kábeleket használni. Egy jack dugóra van szükség, amely a számítógépünk mikrofon bemenetéhez lesz csatlakoztatva. Ehhez kell két elektret mikrofont hozzáforrasztani, melyek föld vonalát érdemes a kábel szigeteléséhez rögzíteni. A két mikrofont egy fodrászok által használt műfej fülébe lehet helyezni. A tesztelés során viszont hamar kiderült, hogy a műfej fülének kialakítása nem tükrözi az emberi fül barázdáit, emiatt a hangfelvétel minősége sem lesz megfelelő. Végül csapatunk egyik tagja vállalta magára a műfej "szerepét", az ő fülébe ültettük be a mikrofonokat. Mivel mi magunk is a külső zajok antennájaként viselkedünk, további szigetelésként érdemes az elektret mikrofonokat gumiborítással, majd alufóliával beborítani. A felvételkor elnyelt zajszint így a minimálisra csökken.

A hangfelvételre az Eszterházy Károly Főiskola Matematikai és Informatikai Intézetének legnagyobb előadótermében került sor. Egyikünk végigment a sorok között, és félméterenként egy gyufásdoboz rázásának telefonnal felvett és felerősített hangját játszotta le, hogy az állandó maradjon. A felvétel során az előadó asztal előtt ült csapatunk másik tagja a mikrofonokat a fülében rögzítve. Azért készült hangfelvétel egy a teremre helyezett képzeletbeli kétdimenziós mátrix minden egyes eleménél, hogy amikor az alkalmazás felhasználója rajzol, a rajzfelületet egy mátrix elemeire felosztva a rajz vonalának pontjára illeszkedő mátrixelemhez meg lehessen szólaltatni a hozzá tartozó hangot is.

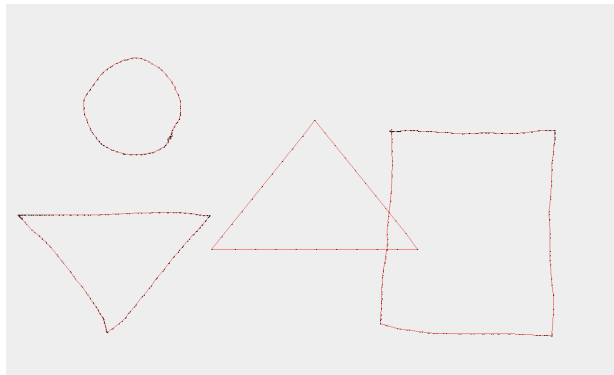
Néhány próbafelvételt és az ezekből készült tisztított és az eredeti változatot összevetve viszont azt kellett tapasztalnunk, hogy bár a közelben felvett hangok lejátszását követően el lehetett képzelni térbeli helyzetüket, az első és hátsó irányokból nem lehetett határozottan megállapítani a hangforrás irányát. Ugyanezt a bizonytalanságot éreztük a fenti és lenti irányokból szóló hangok esetén is. Emiatt azt a döntést hoztuk, hogy próbáljunk meg mi magunk hangot generálni algoritmusok segítségével.

A hangok generálásánál az volt a cél, hogy ne hangfájlt hozunk létre, hanem a hangot azonnal a memóriában állítsuk elő, majd onnan szólaltassuk is meg, hiszen a felhasználó általában folyamatosan fog rajzolni, így nincs lehetőség a merevlemezre menteni és onnan a memóriába tölteni a rajzolás ideje közben egy-egy hangot. Bár utánajártunk, hogy hogyan lehetne fáziseltolást és egy hang térbeli leképezését matematikai algoritmusokkal előállítani [59], [60], nem találtunk rá pontosan kidolgozott módszert, melyet felhasználhatnánk, valamint túl nehézkesnek és bizonytalan kimenetelűnek láttuk azt, hogy általános célú matematikai algoritmust adaptáljunk alacsony szintű, hardverközeleli kódként. Ráadásul nem lett volna arra garancia, hogy kerekítési és egyéb hiba nélkül, pontosan létre tudjuk hozni a segítségével a térhangzás érzetét. Épp ezért legalább próbaképpen egy másik, egyszerű megvalósítás mellett döntöttünk, amely végül működőképesnek bizonyult, és a prototípusban ezt a megoldást választottuk.

5.2.1. Az asztali alkalmazás

Mivel mindannyiunk az Eszterházy Károly Főiskolán korábban végzett vagy végez programtervező informatikus szakot, ezért a közös programozási nyelv, amit mindannyian ismerünk, a C#. Ezen a nyelven kezdtük el az asztali alkalmazás prototípusának (5.5. ábra) megírását. A Microsoft a C# alkalmazások fejlesztéséhez egy IDE-t (integrált fejlesztői környezet) biztosított, amely számos hasznos tulajdonsággal bír a programo-

zók számára (kódindentálás, kódkiegészítés IntelliSense technológia segítségével, a kód refaktorálásának, javításának lehetősége stb.), ráadásul webszolgáltatásokat és webalkalmazásokat, oldalakat is lehet a segítségével létrehozni. A Visual Studio a .NET alkalmazások készítője, melyek a .NET keretrendszer segítségével képesek futni a gépeken. A .NET keretrendszerben lehetőség van különböző programozási nyelveken megírt kódokat egymással összehangolni, az alkalmazásokat pedig egy közös nyelven, egy virtuális többnyelvű végrehajtó motoron futtatja, mely olyan extra szolgáltatásokat biztosít az alkalmazásokhoz, mint a biztonság, memóriakezelés és kivételkezelés. Az egyes fejlesztők ráadásul kiegészíthetik saját forráskódjukat a Microsoft vagy más programozók által írt függvénykönyvtárakkal, hogy egyes hardverkezelő vagy egyéb, alacsonyabb szintű, hardverhez közelebbi lehetőségeket ne kelljen újra megírniuk.



5.5. ábra. Loud Painter, számítógépes alkalmazás.
Néhány alakzat beszúrva, illetve kézzel rajzolva.

Az alkalmazás felbontása illeszkedik a felhasználó képernyőjének beállításához, teljes képernyőn jelenik meg indítás után. A képernyő egész felülete a rajzolás rendelkezésére áll. Mivel az alkalmazásban több opció is van, nem várhatjuk el, hogy minden beállításhoz ismerje a felhasználó a rendelkezésre álló gyorsbillentyűket, ugyanakkor külön hangjelzést igényelne egy állandó menüsor használata az alkalmazásban, így egy Alt gombra aktiválható, rejtett menüt valósítottunk meg. Az itt található lehetőségek igény szerint érhetőek el gyorsbillentyűk segítségével. Az asztali alkalmazás prototípusának funkciói:

Mentés. A rajzok elmentése. A mentett állományban a rajz koordinátái vannak, melyek arányosan átvihetők egy okostelefon képernyőjéhez igazodva. Így az asztali alkalmazással rajzolt ábrák a telefonon megnyithatóak és szerkeszthetőek.

Megnyitás. A rajzok megnyitása. A korábban lementett állomány származhat az asztali vagy az okostelefonos alkalmazástól. Az okostelefonos rajzfájl koordinátái arányosan, a képernyőhöz képest vannak felnagyítva.

Rajzolás. A kurzormozgató billentyűkkel vagy az egér bal egérgombját lenyomva tartva lehetőség adódik rajzolni az alkalmazással. Mind a két opció esetén hanggal történő visszajelzést kap a felhasználó arról, hogy éppen a képernyő melyik részére történik a rajzolás. Egy erre kinevezett nyomógomb, a Ctrl segítségével lehetőség adódik a kurzormozgató billentyűkkel való rajzolás során is a "rajzlapról" felemelni a tollat, majd visszahelyezni.

Visszajelzés. Hanggal való visszajelzés. A felhasználó, amennyiben balra kezd rajzolni, a bal hangszóró hangereje erősödik. Ha jobbra vezeti a vonalat, a jobb hangszóróból kapott jel amplitúdója fog változni (a hangereje nő). Ha akármelyik vízszin-

tes irányból a függőleges tengelyen lefelé vagy felfelé történik irányváltás, a képernyő magasságához képest arányosan növekszik (lefelé haladáskor) vagy csökken (felfelé haladáskor) a hangereje mindkét hangszórónak. Így lehetőség nyílik két hangszóró segítségével kétdimenziós hangképet alkotni.

Nyitható menüsor. A korábban említett, Alt gombra előugró menüsor. Azért rejtett, hogy ne zavarjon bele a rajzolás folyamatába. A program menüje képernyőolvasóval felolvasható.

Síkidomok. A programban előre eltárolt, egyszerű síkidomok kapnak helyet. A felhasználónak lehetősége van egy új lapra vagy a meglévő rajzához síkidomokat beszúrni. Ekkor vagy az egérrel, vagy a kurzormozgató billentyűkkel pakolhatja le az objektumot a rajzra, melyet szintén a Ctrl gomb segítségével helyezhet el. A síkidom elhelyezésekor hangjelzést kap a felhasználó.

Függvények. Az alkalmazás talán legfontosabb funkciója a függvényképek beszúrásának lehetősége. A programban lehetőség adódik 10 függvényt beszúrni, olyanokat, mint az vagy az . A jobb szemléltetés érdekében őket egy-egy új rajzra lehet elhelyezni.

Beállítások. Ez az opció főként a gyengénlátó felhasználók számára kedvez. Az alakzatok lehelyezése előtt azok színét, vonalvastagságát és méretét be lehet állítani. Ugyanakkor a rajzolt vonalnál az első két beállítás ugyanúgy elvégezhető. A rajz háttérszíne és a rajzeszköz kiválasztható.

Radír. Ez az opció főként a gyengénlátók számára kedvez. Beállítható a radír mérete, és az egér segítségével lehet radírozni a rajzon. A teljes rajz menüből is törölhető.

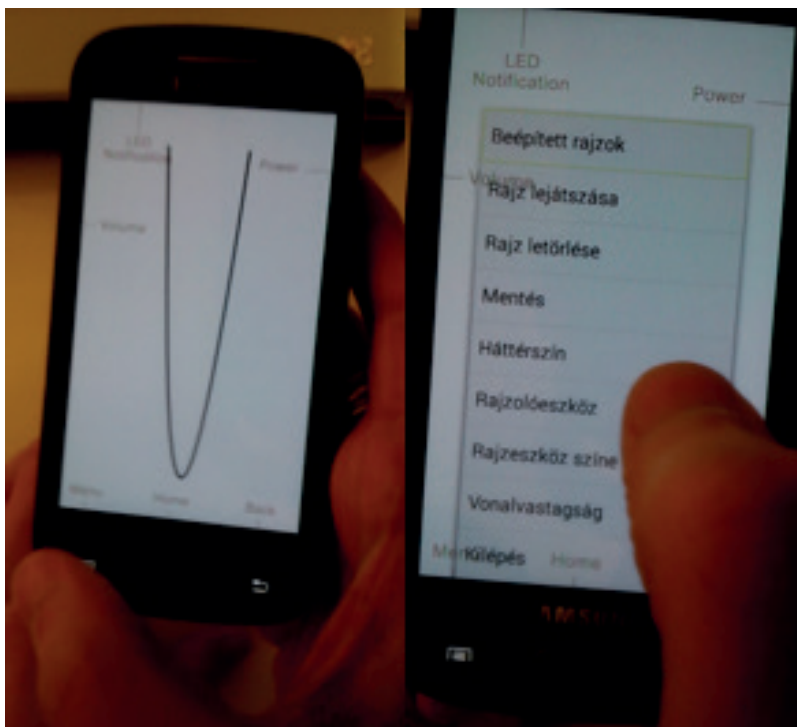
Felfedezés. Arra alkalmas, hogy az egérrel vagy kurzormozgató gombok segítségével felfedezzük a rajzot. Ha a rajz vagy ábra vonala felett áthaladunk az egérrel, zúgó hangot ad. A síkidomokhoz érve a program elmondja a nevüket.

Lejátszás. A képernyőn lévő rajzok lejátszása.

A program természetesen a jövőben igény szerint bővíthető olyan újabb függvényekkel, ábrákkal, melyek nem annyira összetettek ahhoz, hogy hang segítségével eredményesen visszaadhatóak legyenek a látássérült felhasználóknak.

5.2.2. Az okostelefonos alkalmazás

Az okostelefonos alkalmazás (5.6. ábra) lényegében az eredeti Loud Painter program telefonhoz optimalizált változata. Az egyelőre csak Android operációs rendszeren futó mobil változatban hasonló funkciók valósultak meg. Rajzolni az ujjak segítségével érintőképernyőn keresztül van lehetőség. A program együtt használható az androidos képernyőolvasókkal. A kisméretű kijelző miatt a síkidomokat viszont nem lehet pozícionálni a programban. A program az Eclipse integrált fejlesztői környezetben készült, aminek a segítségével lehetőségünk adódott Android fejlesztői eszközöket használni.



5.6. ábra. Loud Painter Android verzió, balról jobbra egy másodfokú függvény és az alkalmazás menüjének részlete

Ahogy az asztali alkalmazás, úgy ez is bővíthető igény szerint. A terveink között szerepel, hogy mindkét alkalmazást támogassuk és továbbfejlesszük a jövőben. Mind a két szoftvert és azok frissítéseit ingyenesen rendelkezésre bocsátjuk.

Bár általában több éves munka egy eszközhöz összetett, mindenre kiterjedő módszertant létrehozni, elmondható, hogy a Loud Painter telefonos vagy asztali alkalmazásának segítségével a tanár a matematikaórákon eredményesen mutathatja meg a függvénygörbéket, a számok és a betűk alakját, és más órákon is használható számukra, például biológián a turistajelzésekhez, ének-zene órán a violinkulcs vagy más jelzések bemutatásához. Ezek történhetnek a manapság iskolások, látássérültek körében is elterjedt okostelefonokon, vagy az informatikatanárral egyeztetve akár az informatikaórákon. A rajzórán a főlíás tábla helyett is a látássérültek használhatják az asztali alkalmazást.

Az alkalmazások jövőjét tekintve az a tervünk, hogy taníthatóvá tegyük a programokat. Egyes megrajzolt ábrákhoz neveket lehessen rendelni, és megoldjuk, hogy objektumként más rajzokba beszúrhatóak legyenek. A tervünk az, hogy ezeket a neveket akár a kijelző felületén megjelenő Braille-billentyűzet segítségével is be lehessen írni. A Braille-karakterek beszúrásához használatos négyzeteket a képernyőn hangokkal ismerhetné fel a látássérült felhasználó. A felfedezés opcióban a nevük felolvasása révén könnyebben beazonosíthatóak lennének az alkalmazás használói számára.

6. Igények felmérése

Bár a csapatunk látássérült tagjai saját tapasztalatuk alapján hasznosnak ítélték meg az alkalmazásokat, fontosnak tartottuk, hogy a kommunikációt és tudásközvetítést se-

gító újabb eszközök szükségességéről meggyőződünk. Ennek érdekében egy kérdőívet tettünk közzé [61], hogy képet kapjunk a látássérült, hallássérült emberek projektjeinkkel kapcsolatos véleményéről. A kérdőívet több levelezőlistára is publikáltuk, többek között a „Mobil-info – Mobil kommunikáció és navigáció a látássérültek szolgálatában” és „Android – Androidról látássérültek számára” című listákra, a Jaws képernyőolvasó hivatalos listájára, a „Szemtelen Informatika” című és több kisebb-nagyobb Facebook csoportba, valamint egyéb hallás- vagy látássérült ismerősök számára is. A SINOSZ (Siketek és Nagyothallók Országos Szövetsége) tagjai szintén látták, és sokuk kitöltötte. A kérdőívet Péter a Jaws for Windows és Csaba az NVDA alkalmazásokkal tesztelték, hogy kitölthetőek-e látássérültek számára is. Ugyanakkor a betűméretet megnöveltük, és olyan megjelenítést kapott, hogy a gyengénlátók számára olvashatóbbá váljon. A kérdőív eredményeit a 6.1., a 6.2., a 6.3., és a 6.4. táblázatok tartalmazzák.

6.1. táblázat. Kérdőív eredmények

Neme?	Férfi Nő	57% 43%
Életkora?	Az életkorok 12 és 69 éves tartományban helyezkednek el.	
Milyen fogyatékkal rendelkezik?	Gyengénhalló Alighalló Teljesen siket Gyengénlátó Aliglátó Teljesen vak Siketvak Nem rendelkezik egyikkel sem	9% 9% 19% 4% 21% 30% 2% 2%
Az érintőképernyős eszközöket vagy a számítógépet/laptopot használja szívesebben?	Érintőképernyős eszközök Számítógép/laptop Mindkettő Egyik sem	2% 43% 49% 0%
Mennyire érzi problémásnak a kommunikációt a hallássérültek és a hallók között?	Egyáltalán nem Kicsit problémás Problémás Nagyon problémás	11% 38% 32% 9%
Mennyire tartja jól használhatónak a jelnyelvet a kommunikáció során?	Használhatatlan Nehezen használható Használható Kiválóan használható	4% 21% 43% 23%
Mit tart a legnagyobb problémának ebben a kommunikációs helyzetben?	A vélemények között szerepelt, hogy sok halló nem ismeri a jelnyelv jeleit. Sok hallássérült nem tud jelezni. Ha egy hallássérült nem tud szájról sem olvasni, akkor jeltolmács nélkül nehézkes a kommunikáció. Egyes vélemények szerint a társadalom nincs is felkészülve a jelnyelvvvel történő kommunikációra. A SINOSZ által biztosított, táblagépre telepíthető kontakt programmal segítik a kommunikációt (jelnyelvi tolmácsszolgáltatás neten keresztül).	

6.2. táblázat. Kérdőív eredmények

Mennyire érezne hasznosnak egy hallássérültek, hallók kommunikációját elősegítő eszközt?	Egyáltalán nem Kicsit lenne haszna Hasznos lenne Nagyon hasznos lenne	0% 9% 26% 47%
Ön szerint milyen tulajdonságokkal kellene bírnia egy ilyen eszköznek?	Olcsó Meglévő eszközön alapuljon Egyszerűen kezelhető Gyors Folyamatos terméktámogatás biztosítása Hordozhatóság Hangszerek szimulációjára képes Jelbeszéd megértésére képes Szolmizáció szemléletesebbé tételére képes Egyéb	38% 23% 66% 30% 28% 47% 2% 21% 4% 32%
Mennyire tartana jó ötletnek egy egyszerűen használható eszközt, amellyel ezt a fajta kommunikációt nagymértékben elő lehetne segíteni?	Minden kitöltő nagyon fontosnak és nagyon jó ötletnek tartana egy ilyen eszközt, hiszen bárhol tudnának a hallássérültek kommunikálni, és elősegítené az akadálymentesítést, esélyegyenlőséget.	
Az előbbi kérdés, csak nem nyílt, hanem zárt kérdésként.	Egyáltalán nem lenne jó ötlet Egy ötletnek elmegy Jó ötlet lenne Nagyon jó ötlet lenne	0% 6% 26% 40%
Mennyire érzi problémásnak a látássérültek, látók közötti kommunikációt, amikor kimondottan vizuális, látható dologról van szó?	Egyáltalán nem problémás Kicsit problémás Problémás Nagyon problémás	2% 23% 28% 4%
Mennyire tartja jó megoldásnak a látható téma elbeszélését, leírását?	Egyáltalán nem használható Olykor használható Használható Nagyon jól használható	0% 11% 28% 21%

6.3. táblázat. Kérdőív eredmények

Mit tart a legnagyobb problémának ebben a helyzetben?	Néhány vélemény szerint sokan nem tudnak egyáltalán szavakra vizuális élményt átélni. Szerintük sokan nem tudják elmagyarázni a látható információkat. Azt írták, hogy sokan félnek és zavarba jönnek attól, ha valamit el kell magyarázni, és gyakran átpasszolják másnak ezt a lehetőséget. Előfordul, hogy a látók más látható dolgokkal magyaráznak el egy vizuális jelenséget. Azt mondják, hogy a látóknak ügyelniük kell minden apró részletre egy vizuális dolog kifejtésekor, ugyanis a rossz leírás rossz modell kialakulásához vezethet, melyet néha nehéz elfelejteni és megérteni a helyeset. Nem könnyű ilyen esetben az összezavarodást elkerülni. A látók nem fogadják el a lassúságot, nehezebb felismerést. Félnek "viszlát-tal" köszönni és olyan szavakat alkalmazni, hogy látta, látod stb. Sokak nem szeretik elmagyarázni, hogy mit látnak.	
Mennyire okoz/okozott problémát tanulmányai során a látható információk, rajzzal, ábrákkal kiegészített tananyagok elsajátítása?	Egyáltalán nem okozott Néha okozott problémát Problémát okozott Nagyon sok problémát okozott	9% 21% 17% 11%
Mennyire érezne hasznosnak egy az oktatásban is használható, látássérültek, látók tudásközvetítését elősegítő eszközt?	Egyáltalán nem lenne hasznos Esetenként hasznos lenne Hasznos lenne Nagyon hasznos lenne	0% 15% 6% 38%
Ön szerint milyen tulajdonságokkal kellene bírnia egy ilyen eszköznek?	Olcsó Meglévő eszközön alapuljon Egyszerűen kezelhető Gyors Folyamatos terméktámogatás biztosítása Hordozhatóság Rajzolásra képes Ábrák, rajzok megosztására, fogadására képes Függvénygörbék kirajzolására képes Egyéb	36% 19% 49% 26% 28% 34% 21% 26% 19% 6%

6.4. táblázat. Kérdőív eredmények

Mennyire tartana jó ötletnek egy okostelefonos és asztali alkalmazás formájában létező ingyenes programot, mellyel kétdimenziós vonalakat, ábrákat lehet térben érezhető hanggá alakítani?	Kevés véleményben nem tudták eldönteni, hogy ez jó lenne-e vagy sem. A többség nagyon jó ötletnek tartaná. A függvényolvasási lehetőséget kifejezetten kedvelték. Egyes vélemények szerint viszont domború nyomat valamivel jobb lenne.	
Az előbbi kérdés, csak nem nyílt, hanem zárt kérdésként.	Nem lenne jó ötlet Egy ötletnek elmenne Jó ötlet lenne Nagyon jó ötlet lenne	2% 6% 23% 32%

7. Jövőkép

Az általunk létrehozott eszközök nagyon hasznosnak és eredményesnek bizonyultak a látássérültek, hallássérültek körében. Bár a technológia a jövőben valószínűleg eljut arra a pontra, hogy sokkal praktikusabb segítségekkel lássa el az akadályozottakat, fontos gondolni arra, hogy a jelenkor számára is nyújthatunk támogató kezeket. A munka során csapatunk tagjai nagyon összeszoktak, és lelkiismeretesen dolgoztak, az együttműködés eredményessége pedig tovább biztat minket arra, hogy a jövőben is közösen dolgozzunk. Terveink között szerepel, hogy támogassuk, gondozzuk az általunk létre-

hozott termékeket, és ha lehetőség adódik, szabadalmaztani szeretnénk őket. A munka legelső fázisaiban, az egyes brainstormingok során rengeteg új ötlet fogalmazódott meg bennünk, melyek akár későbbi dolgozatok és publikációk részét képezhetik a jövőben.

„Nekivágunk a küzdelmes mának,
És épít karunk egy szebb holnapot...” (Arany János)

8. Irodalomjegyzék

1. Donald, Merlin 2002. *A Mind So Rare: The Evolution of Human Consciousness*. W. W. Norton & Company. New York.
2. Donald, Merlin 2001. *Az emberi gondolkodás eredete*. Osiris Kiadó. Budapest.
3. Tomasello, Michael 2002. *Gondolkodás és kultúra*. Osiris Kiadó. Budapest.
4. van Loon, Hendrik 1952. *The Arts of Mankind*. George G Harrap. London.
5. McLuhan, Marshall 2001. *A Gutenberg-galaxis. A tipográfiai ember létrejötte*. Trezor Könyv- és Lapkiadó, Terjesztő Bt. Budapest.
6. Komenczi Bertalan 2009. *Elektronikus tanulási környezetek*. Kognitív szeminárium. Gondolat Kiadó. Budapest.
7. PISA 2012. Összefoglaló jelentés. http://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/nemzetkozi_merese/pisa/pisa2012_osszefoglalo_jelentes.pdf
8. Az esélyegyenlőségi tanfolyam során készült portfóliók. <http://eselyegyenloseg.ektf.hu/almadi.csaba> <http://eselyegyenloseg.ektf.hu/almadi.peter> <http://eselyegyenloseg.ektf.hu/tajti.tamas> <http://eselyegyenloseg.ektf.hu/gregus.tamas>
9. Le, Hoang – Dang, Thanh – Liu, Feng 2013. Towards long-term large-scale visual health monitoring using Cyber Glasses. *PervasiveHealth* 7: 200–207.
10. Dale, Edgar 1954. *Audio-Visual Methods in Teaching*. Edgar Dale Dryden Press. New York.
11. (módosította: NTL Institute for Applied Behavioral Science. Alexandria. Virginia. USA.)
12. Interjú Hári Kovács Andrással, a szegedi Stefánia Klinika szemész szakorvosával. <http://szegedma.hu/hir/szeged/2014/10/evente-tobb-ezer-fovel-no-a-vakok-es-gyengenlatok-szama.html> <http://szorenyioptika.latasszakerto.hu/diabeteses-retinopathia/a-diabetesz-szemszovodmenyei.html>
13. Vision 2020: The Right of Sight. Global initiative for the elimination of avoidable blindness. 2007. World Health Organization. http://www.who.int/blindness/Vision2020_report.pdf
14. Kormos Judit – Kontra Edit H. 2008. *Language Learners with Special Needs. An international perspective*. Multilingual Matters. New York.
15. Bergman, Brita 1994. Signed Languages. In: Ahlgren, Inger. – Hyltenstam, Kenneth. (szerk.) *Bilingualism in Deaf Education*. International Studies on Sign Language and Communication of the Deaf 27. Hamburg. Signum. 15–35.

16. A Siketvakok Országos Egyesületének (SVOE) weboldalán található 2011-es KSH statisztika. <http://siketvak.hu/siketvaksag/statisztikak/>
17. 2009. évi CXXV. törvény a magyar jelnyelvről és a magyar jelnyelv használatáról. *Oktatási és Kulturális Közlöny* II. évf. 2. szám. Magyar Közlöny Lap- És Könyvkiadó. Budapest.
18. Bickford, J. Albert 2005. The Signed Languages of Eastern Europe. *SIL Electronic Survey Reports* 2005-026: 10.
19. Bailly, Claude 1990. *Les débuts de la canne blanche*. l'Auxiliaire des aveugles. France.
20. The Braille Code: Past – Present – Future. *The Educator*. 2009. Vol. XXI. Issue 2. Tamil Nadu. India.
21. Vakok és Gyengénlátók Közép-Magyarországi Regionális Egyesülete (VGYPE) 5. Braille szemináriumának összefoglalója. <http://vakinfo.hu/blogok/braille-iras-olvasas-megtanulasa->
22. Báthori Adél – Ruff Ágota – Somorjai Ágnes – Székelyné Kárpáti Ildikó – Szűcsné Göblyös Erika – Vincze Gábor 2008. *Inkluzív nevelés. Sérülésspecifikus eszköztár vak és aliglátó gyermekek, tanulók együttneveléséhez*. Educatio Társadalmi Szolgáltató Közhasznú Társaság. Budapest.
23. Néhány rajztábla ára. <http://labrador-bt.hu/?d=user/page/15/id/57> <https://www.erteksziget.hu/specialis-rajztabella-latasseruelteknek>
24. Köntösné Lőrincz Eszter – Nagyné Tóth Ibolya – Urbánné Deres Judit 2008. *Inkluzív nevelés. Sérülésspecifikus eszköztár hallássérült gyermekek, tanulók együttneveléséhez*. Educatio Társadalmi Szolgáltató Közhasznú Társaság. Budapest.
25. A Jaws for Windows magyar honosításának oldala. <http://www.infoalap.hu/jaws/>
26. Az NVDA magyar honosításának oldala. <http://www.nvda.hu/>
27. Az Apple OSX és iOS akadálymentesítéséről szóló oldal. <https://www.apple.com/accessibility/>
28. A Beszélő Linux (BeLin) hivatalos oldala. <http://www.belin.hu/>
29. Eikvil, Line 1993. *OCR – Optical Character Recognition*. Norsk Regnesentral. Blindern. Oslo.
30. Az Enable Talk kesztyű hivatalos oldala. <http://enabletalk.com/>
31. Oldal a Tolmácskesztyűről. https://www.sztaki.hu/tudomany/projektek/projekt_informaciok/?uid=1352995380
32. A Leap Motion hivatalos oldala. <https://www.leapmotion.com/>
33. A TechCrunch jelentése a Leap Motion eladásáról. <http://techcrunch.com/2014/03/20/leap-motion-lays-off-10-of-its-workforce-after-missing-on-first-year-sales-estimates/>
34. Az UNI-t fejlesztő MotionSaavy cég Gyakran Ismételt Kérdéseinek oldala. <http://www.motionsavvy.com/faq/>

35. Carter, Tom – Seah, Sue Ann – Long, Benjamin – Drinkwater, Bruce – Subramanian, Sriram 2013. UltraHaptics: Multi-Point Mid-Air Haptic Feedback for Touch. *User Interface Systems and Technology 2013*. Bristol. United Kingdom.
36. Smithmaitrie, Pruittikorn 2009. Analysis and Design of Piezoelectric Braille Display. *Rehabilitation Engineering*. Tan Yen Kheng (Ed.)
37. Néhány Braille kijelző ára. https://alkosoft.hu/hu/handytech/termek/12/Basic_Braille#price
38. L. H., Goldish – H. E., Taylor 1974. The Optacon: A Valuable Device for Blind Persons, *New Outlook for the Blind*. American Foundation for the Blind. Feb. 1974: 49-56.
39. Ig Mo Koo – Kwangmok Jung – Ja-Choon Koo – Nam, Jae-Do – Young Kwan Lee – Hyouk Ryeol Choi 2008. Development of Soft-Actuator-Based Wearable Tactile Display. *Robotics. IEEE Transactions on* . vol.24, no.3:549,558. June 2008.
40. Follmer, Sean – Leithinger, Daniel – Olwal, Alex – Hogge, Akimitsu – Ishii, Hiroshi 2013. inFORM: Dynamic Physical Affordances and Constraints through Shape and Object Actuation. *Proceedings of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology* 417–426. New York.
41. Velázquez, R. – Pissaloux, E. – Le Polotec, P. 2004. Towards a Local Spatial Representation System for Mobility Assistance of the Blind. *Conference and Workshop on Assistive Technologies for Vision and Hearing Impairment*. Granada. Spain.
42. Az LG Surface koncepcióról egy cikk. <http://www.concept-phones.com/lg/lg-surface-watch-phone-blind-featuring-braille-keypad/>
43. U. Chittal, Mayuresh 2011. Bionic Eye: A review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. Volume 8. Issue 1. Maharashtra. India.
44. Az Arduino hivatalos oldalon az Arduino Lilypad. <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardLilyPad>
45. A Spectra Symbol hajlításérzékelőről szóló aloldala. <http://www.spectrasymbol.com/flex-sensor>
46. A WTV020-SD-16P katalógusa. http://letsmakerobots.com/files/WTV020_manual_V1.3.pdf
47. Az RN-42 katalógusa. <http://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Wireless/Bluetooth/Bluetooth-RN-42-DS.pdf>
48. Az ST7735R katalógusa. http://www.adafruit.com/datasheets/ST7735R_V0.2.pdf
49. Az LSM9DS0 katalógusa. <https://cdn.sparkfun.com/assets/f/6/1/f/0/LSM9DS0.pdf>
50. Az Arduino memóriáiról. <http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Memory>
51. A CP2102 katalógusa. https://cdn.sparkfun.com/datasheets/BreakoutBoards/CP2102_v1.2.pdf

52. L. Nagy Katalin 2004. Zene”oktatás – rejtett kincs”? A tantárgyi ének-zene-tanítás szakmai jelen- és jövőképe. Ének-zene Nevelés. Az Eötvös Lóránd Tudományegyetem Tanít- és Óvóképző Főiskolai Karának Tudományos Közleményei XXV. Trezor Kiadó. Budapest.
53. Fantel, Hans 1971. “Sound of the future?” PS takes you on a cautious tour of the quadraphonic jungle. *Popular Science*. Bonnier Corporation. November 1971: 86.
54. A Razer Tiamat oldala. <http://www.razerzone.com/gaming-audio/razer-tiamat-71>
55. B. Tufts, Jennifer – V. Palmer, Jillian – Marshall, Lynne 2012. Measurements of earplug attenuation under supra-aural and circumaural headphones. *International Journal of Audiology* 2012. 51: 730–738.
56. Elen, Richard 2001. Ambisonics: The Surround Alternative. *Annual Surround Conference and Technology Showcase* 3: 1–4.
57. Schachter, Daniel 2009. Acousmatic discourse and sound projection under the new multichannel surround formats. *Past, current and future. Electroacoustic Music Studies*. Buenos Aires.
58. Wersényi György 2007. Virtuális hangtérszimuláció és a binaurális technológia. *Híradástechnika*. Vol. LXII, Nr.2, 2007 február, pp. 25–32.
59. Fels, J 2011. Binaural Technique – Past and Present. *International Conference on Spatial Audio*. Germany.
60. Djajadi, Arko – Rusyadi, Rusman – Handoko, Tommy – Sinaga, Maralo – Gruneberg, Jürgen 2009. Analysis, Design and Implementation of an Embedded Realtime Sound Source Localization System based on Beamforming Theory. *TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering* 7(3):151–160. Bumi Serpong Damai City. Indonesia.
61. Valin, Jean-Marc – Michaud, Francois – Rouat, Jean – Létourneau, Dominic 2003. Robust Sound Source Localization Using a Microphone Array on a Mobile Robot. *Intelligent Robots and Systems (IROS 2003)*. Québec. Canada.
62. Általunk szerkesztett és kiértékelt kérdőív a kommunikációt és a tudásközvetítést segítő informatikai eszközök fontosságáról. <https://docs.google.com/forms/d/100ifVBh2Nl2QY7mX-nQ71NoM7SdcwQvLcpFPc23zT9Q/viewform>